

К.В.МИРОНОВ

# СПРАВОЧНИК геолога- угольщика

*2-е издание, переработанное  
и дополненное*



МОСКВА "НЕДРА" 1991

ББК 26.325.33  
М 64  
УДК 553.93:550.812: (083.72)

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Ископаемый уголь — первый из используемых человеком видов минерального топлива. Начавшееся еще в палеолите собирательство угля с поверхности, главным образом у побережий морей и рек, где размывались выходы угольных пластов, продолжалось до XVI столетия, сопровождаясь примитивной ручной добычей в мелких горных выработках. Собраный (добытый) уголь использовался в основном как домашнее топливо и для кузнечных работ, но в Китае еще за тысячу лет до н.э. его применяли для выплавки металлов, выпарки соляных растворов, в производстве фарфора. Создание угольной промышленности и последующий ее расцвет связано с промышленным подъемом (XVIII век), обусловленным использованием энергии пара. К началу XX века ископаемый уголь являлся основным источником тепла и энергии и имел определяющее значение в экономике промышленно развитых стран. Доля его в мировом энергетическом балансе мира в 1913 г. составляла 93%. В связи с внедрением в XX веке других более эффективных источников энергии (нефть, газ, гидроэнергия, атомная энергетика) она снизилась до 56% в 1950 г. и до 29% в 1985 г.

Однако уголь остается одним из основных сырьевых источников производства электроэнергии, тепла и металлургического кокса (с попутным получением широкой гаммы химической продукции). Возрастает объем его использования для получения полукокса, газа, жидкого топлива, высокоуглеродистых материалов, углещелочных реагентов, пластических масс, гуминовых удобрений. В более широких масштабах разрешаются вопросы комплексного использования угля и извлекаемых при его добыче подземных вод, метана, а также пород вскрыши и вмещающих уголь пород. Отходы добычи и обогащения угля применяются как сырье для получения различных видов строительных материалов, топливосодержащих добавок, керамических изделий, раскислителей, абразивов, материала для закладки выработанных пространств, рекультивации земель, рассматриваются в перспективе как источник получения серы, глинозема и других целей.

Объем добычи угля в последние годы возрастает. В развитых капиталистических и развивающихся странах он увеличился в 1986 г. по сравнению с 1985 г. и в СССР в 1988 г. по сравнению с 1987 г. на 4%.

Особо важное значение в последнее время приобрели проблемы повышения экономической эффективности добычи угля и снижения вредного экологического влияния крупномасштаб-

М 1804060100—079 41—91  
043(01)—91

© Издательство «Недра», 1982

© К. В. Миронов, 1991, с изменениями и дополнениями

ISBN 5-247-01661-0

ного его использования, сопровождающихся накоплением больших масс отходов производства, деформацией поверхности, загрязнением атмосферы и гидрографической сети токсичными элементами. Разработка мероприятий по улучшению экономических показателей работы угледобывающих предприятий за счет внедрения прогрессивных способов и технических средств добычи угля, «запасосберегающих» технологий выемки и комплексного использования извлеченной на поверхность горной массы, а также снижению вредного воздействия промышленного освоения угольных месторождений на окружающую природную среду во многом определяется полнотой, достоверностью и качеством геологической информации. Основой для содержания такой информации служат научно-теоретические представления о генезисе ископаемых углей, условиях образования и последующего развития угольных месторождений, а также многолетний опыт их разведки, разработки и использования углей как минерального сырья.

Основные положения по этим вопросам изложены в настоящем Справочнике. По сравнению с первым изданием (1982 г.) в нем более детально рассмотрены вопросы геолого-экономической оценки угольных месторождений и комплексного их изучения, методы исследований состава и свойств углей, а также сопутствующих полезных ископаемых и компонентов с привлечением разработанных и введенных в действие требований нормативной документации и государственных стандартов. Содержащиеся в Справочнике методические указания по изучению геологического строения месторождений, качества угля, горно-геологических условий разработки, как и прежде, базируются на опыте разведки и освоения месторождений Советского Союза — уникального полигона для обобщения и анализа данных по месторождениям угля, образовавшихся во всех эрах, периодах и эпохах геологической истории Земли. Помещенные в 1-м издании очень краткие данные по зарубежным угольным бассейнам и месторождениям опущены. Более подробный материал по ним изложен в работах А. К. Матвеева [22 и др.], Горной энциклопедии и других источниках. Данные по бассейнам и месторождениям Советского Союза пополнены по состоянию на 1988 г.

#### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ, ПРИНЯТЫХ ПРИ ОПИСАНИИ БАССЕЙНОВ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ

абс.	— абсолютный	оз.	— озеро (при названии)
авт.	— автономный	окр.	— округ
адм.	— административный	пл.	— пласт (при названии)
Б.	— Большой (при названии)	п-ов	— полуостров
В	— восток	р.	— река
внеш.	— внешний	р-н, р-ны	— район, районы
вост.	— восточный	С	— север
внутр.	— внутренний	СВ	— северо-восток
г.	— год, город	сев.	— северный
гг.	— годы	сев.-вост.	— северо-восточный
геол.	— геологический	сев.-зап.	— северо-западный
геогр.	— географический	СЗ	— северо-запад
глуб.	— глубина	т. н.	— так называемый
ж. д.	— железная дорога	трлн.	— триллион
ж.-д.	— железнодорожный	т у. т.	— тонна условного топлива
З	— запад	угл. пл.	— угленосная площадь
зап.	— западный	угл. р-н	— угленосный район
коэф.	— коэффициент	хр.	— хребет
макс.	— максимальный	Ю	— юг
млн	— миллион	ЮВ	— юго-восток
млрд	— миллиард	юго-вост.	— юго-восточный
м-ние	— месторождение	юго-зап.	— юго-западный
о., о-ва	— остров, острова	юж.	— южный
обл.	— область		

ГЛАВА 1  
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЯХ

Вещественный состав углей, их природные типы

Ископаемый уголь—твердая горючая осадочная порода, образовавшаяся преимущественно из отмерших растений в результате их биохимических, физико-химических и физических изменений. Основные компоненты угля: органическое вещество—носитель его горючих и других технологических свойств, минеральные включения и влага.

**Органическое вещество** углей сложено различными компонентами гумифицированного растительного материала, полностью утратившего или частично сохранившего первоначальную ботаническую структуру. В соответствии с характером исходного материала выделяют группы углей: гумолиты, образовавшиеся преимущественно из продуктов превращения отмерших высших растений; сапропелиты, сложенные продуктами превращения в основном низших растений и простейших животных организмов (зоопланктона) и сапрогумолиты—переходная группа с органическим веществом смешанного состава. В группе гумолитов выделяют подгруппы: *гумиты*, исходным материалом органического вещества которых явились преимущественно лигнино-целлюлозные ткани высших растений, и *литтобиолиты*—почти полностью сложенные устойчивыми к биохимическому разложению компонентами этих растений—кутикулами, спорами, восковыми, смолистыми и пробковыми веществами.

В химическом отношении органическое вещество углей представлено комплексом сложных высокомолекулярных соединений, структура которых изучена недостаточно. В элементном его составе преобладает углерод (табл. 1), подчиненное значение имеют кислород, водород, азот и органическая сера. Менее 1% (суммарно) составляют фосфор, соединения черных, цветных металлов, редких, рассеянных и других элементов. В результате диагенеза и метаморфизма углей, объединяемых понятием «Углефикация», в элементном составе органического вещества доля углерода последовательно нарастает с соответственным снижением относительного содержания кислорода и водорода (рис. 1), параллельно изменяются другие химические, физические и технологические свойства. По параметрам, отражающим характер и глубину диагенетических и метаморфических преобразований органического вещества, различают три

ТАБЛИЦА 1  
УСРЕДНЕННЫЙ ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА, %

Элементы	Древесина	Торф	Бурый уголь	Каменный уголь	Антрацит
Углерод	49,7	50—60	63—77	74—92	89—98
Кислород	43,2	31—40	16—28	2—16	до 1
Водород	6,2	4,5—6,5	4,0—6,3	3,7—5,9	2—3
Азот	0,9	0,8—2,9	0,7—1,4	1—2,5	до 1

степени углефикации: низшую (буроугольную), среднюю (каменноугольную) и высшую (антрацитовую).

**Минеральные включения**, накопившиеся в процессе углеобразования, представлены неорганическими минералами и их соединениями (в том числе органоминеральными), рассеянными в органическом веществе или образующими кристаллы, конкреции, тонкие прослои и линзы в угольных пластах. Содержание минеральных включений колеблется в широких пределах—от нескольких процентов (к сухой массе угля) до количеств, обуславливающих переход углей в углистые породы (50—60% и более). Основу минеральных включений составляют силикаты алюминия, железа, кальция, магния, натрия, калия, преимущественно в виде глинистых минералов (иллит-серицита, каолинита, монтмориллонита, реже галуазита и кремнезема (кварц). В подчиненном количестве содержатся дисульфиды железа

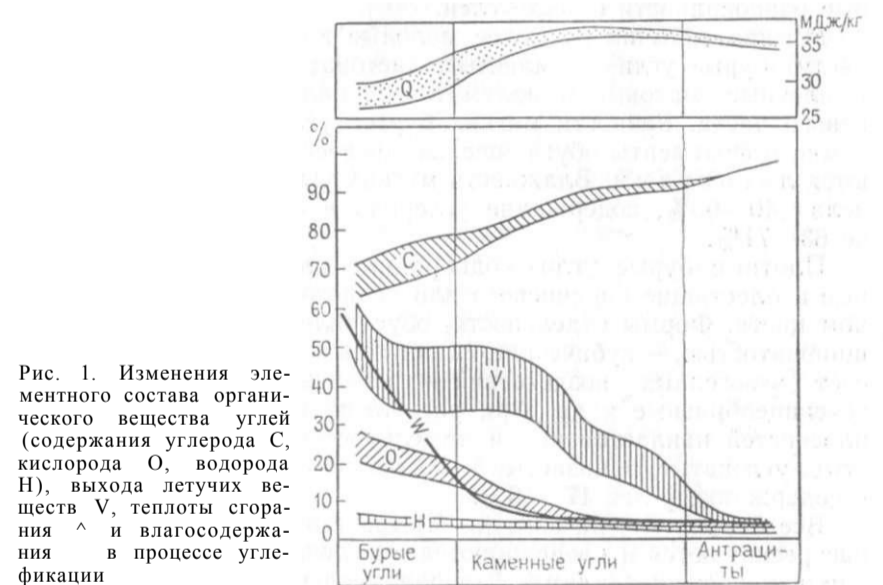


Рис. 1. Изменения элементного состава органического вещества углей (содержания углерода C, кислорода O, водорода H, выхода летучих веществ V, теплоты сгорания Q и влагосодержания) в процессе углефикации

(пирит, марказит), карбонаты кальция и магния (кальцит, доломит), железа (сидерит), сульфаты кальция (гипс), железа и алюминия, оксиды железа и алюминия, хлориды калия и натрия, фосфаты и другие, а также соединения редких и рассеянных элементов и некоторых цветных металлов.

**Влага** в углях частично входит в состав органического вещества и в кристаллизационные решетки некоторых содержащихся в угле минералов. Большая часть ее удерживается сорбционными и капиллярными силами на внешних и внутренних (стенках трещин, открытых и закрытых пор) поверхностях угля — связанная влага, или находится в крупных трещинах и полостях, обладая свойствами обычной воды, — свободная влага. Влагосодержание угля — понятие, объединяющее влагу различных видов, колеблется в широких пределах, снижаясь от 60% и более в слабоуглефицированных бурых углях до 4% — в высокометаморфизованных каменных углях и антрацитах (см. рис. 1).

#### ВИДЫ УГЛЯ

В соответствии со степенью углефикации и с учетом параметров, установленных нормативно-технической документацией, ископаемые угли подразделяются на три основных вида: бурые, каменные и антрациты.

**Бурый уголь** — низший член общего генетического (углефикационного) ряда ископаемых углей. Различают мягкие и плотные разновидности бурых углей.

Мягкие (обычно наиболее молодые по геологическому возрасту) бурые угли — землистые, листоватые, иногда массивные и плотные, матовые и полуматовые, палевого, бурого, коричневого цвета. Разности мягких бурых углей, содержащих обломки и фрагменты обуглившейся древесины, в СССР называются лигнитами. Влажность мягких углей изменяется в пределах 40—60%, содержание углерода в органическом веществе 63—71%.

Плотные бурые угли — однородные или полосчатые, матовые и блестящие коричневого или черного с коричневым оттенком цвета. Формы отдельности, обусловленные эндогенной трещиноватостью, — кубические, пластинчатые, призматические, за счет экзогенных воздействий — гребенчатые, пирамидальные, чечевицеобразные и др. При раскалывании кусков угля вне плоскостей напластования и отдельностей образуются землистые, угловатые, занозистые и раковистые формы излома. Влагосодержание углей 17—40%.

Все бурые угли на воздухе быстро теряют свободную влагу, растрескиваются и превращаются в мелочь. При сгорании дают длинное коптящее пламя. Высшая удельная теплота сгорания

в пересчете на сухое беззольное состояние колеблется в пределах 25,5—33,5 МДж/кг, низшая рабочего топлива с учетом высокой влажности и различий в зольности: мягких — 6,1—13,8; плотных — 9,0—18,8 МДж/кг. В органическом веществе бурых углей преобладают гуминовые вещества с кислотными свойствами и высокой гидрофильностью. Выход гуминовых кислот (при обработке щелочами) достигает 88% в мягких и снижается до 2% в наиболее плотных разновидностях. При сухой перегонке без доступа воздуха выделяется много летучих веществ (33—60%), в основном пара и газов с высоким содержанием оксида и двуоксида углерода. В первичном дегте (смоле), выход которого из бурых углей изменяется от нескольких до 25% и более, содержится до 50% фенолов.

**Каменный уголь** — твердая плотная, преимущественно полосчатая, реже однородная порода черного или серо-черного цвета с блестящей полуматовой или матовой поверхностью. Тектурные особенности, характер и формы отдельности аналогичны приведенным выше для плотных бурых углей. Содержание углерода в органическом веществе нарастает с повышением степени углефикации от 74 до 92%, влагосодержание снижается от 16 до 4,6%. Состав органического вещества нейтральный, гуминовых кислот в нем не содержится. При нагреве каменного угля без доступа воздуха выход смол незначителен, выход летучих веществ последовательно снижается от 35—50 до 8—10%. Высшая удельная теплота сгорания сухого беззольного угля 30,5—36,8 МДж/кг. Органическое вещество среднеметаморфизованных каменных углей определенного состава при нагреве без доступа воздуха переходит в пластическое состояние с последующим образованием связанного нелетучего остатка. Это свойство — основа использования каменных углей в коксохимическом производстве.

**Антрацит** — наиболее углефицированная (содержание углерода в органическом веществе 89—98%) разновидность ископаемого угля. Плотная порода серовато-черного или черного цвета с ярким металловидным блеском. Излом всегда раковистый. Обладает наивысшей плотностью (1,42—1,8 м<sup>3</sup>/т), низким (10<sup>-4</sup>—10<sup>-6</sup> Ом·м) удельным электросопротивлением, высокой микротвердостью, нарастающей от 300 до 1470. Высокая электропроводность, низкая реакционность к окислению, повышенная стойкость к воздействию агрессивных сред и истиранию, к пластическим деформациям, а также способность развивать термоэлектродвижущие силы совместно с металлами определяют широкий диапазон возможностей использования антрацитов в различных технологических процессах, а также как высококалорийного энергетического топлива. Горит только при сильной тяге воздуха, без пламени или со слабым пламенем, практически без дыма. Высшая удельная теплота сгорания сухого без-

зольного антрацита 33,5—35,2 МДж/кг, выход летучих веществ колеблется в пределах 1,5—9,0%

Относимые к одному и тому же виду угли характеризуются широким диапазоном относительной доли влагосодержания, состава и свойств слагающих их органической и минеральной частей. Это разнообразие обусловлено различиями в исходном материале, условиях его накопления и первичного биохимического преобразования, в характере и глубине последующих диагенетических и метаморфических изменений, объединяемых в процесс углеобразования.

## ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ УГЛЕЙ

В общем процессе углеобразования — последовательном превращении отмерших растений в уголь — выделяют две фазы:

*торфообразование* — превращение исходного материала в торф (или сапропель);

*углефикация* — последовательное преобразование торфа (сапропеля) в бурый уголь, а при дальнейшем развитии этого процесса: бурого угля в каменный и каменного в антрацит.

### ТОРФООБРАЗОВАНИЕ

Накопление остатков высших растений — исходного материала для образования гумолитов — происходило в торфяных болотах, занимавших низменные побережья морей и пресноводных водоемов, поверхностных водотоков и переувлажненные отрицательные формы земной поверхности. Стоячая обедненная кислородом вода болот и застойных водоемов препятствовала полному бактериальному разложению погруженного под ней органического материала аэробными микробиологическими агентами, биохимическое разложение остатков отмерших растений (гумификация) и превращение их в торф определялось в основном деятельностью анаэробных бактерий.

Торфообразование и торфонакопление происходило в основном на месте произрастания растений (автохтонное накопление), частично на площадях, куда водными потоками перемещались растительные остатки и торф (аллохтонное накопление). Аллохтонные угли характеризуются большей изменчивостью морфологии и строения образовавшихся пластов и неоднородностью петрографического состава, повышенным содер-

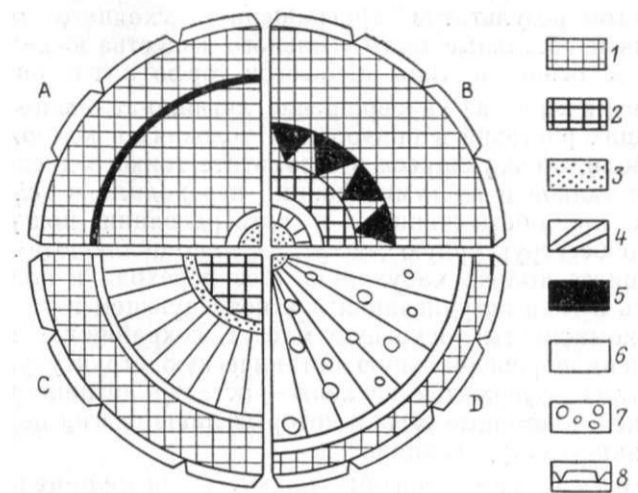


Рис. 2. Соотношение растительных тканей у различных групп растений: А — псилофитов, В — лепидофитов, С — кордаитов, D — хвойных [8]:

1 — паренхима; 2 — перидерма; 3 — первичная древесина; 4 — вторичная древесина; 5 — механическая ткань; 6 — луб; 7 — смоляные каналы; 8 — покровные оболочки (кутикула)

жением минеральных включений. Соотношение автохтонии и аллохтонии при образовании торфа во времени и в пространстве не оставалось постоянным и различные слои или участки одного и того же угольного пласта могли сформироваться из материала, накопившегося тем или другим путем.

На процессах накопления и превращения исходного для углеобразования материала отразилась устойчивость отдельных ингредиентов растений к микробиологическому разложению. Наиболее полной гумификации подверглись лигнинные и целлюлозные ткани высших растений; практически не разлагались споровые, кутикуловые, смоляные, субериновые (коровые) и другие так называемые липоидные компоненты. Видовой состав и анатомическое строение растений-торфообразователей, а также эволюция флоры обусловили существенные различия соотношений в исходном материале древесины, перидермы, паренхимы и других тканей, в частности, липоидных фрагментов (рис. 2), что отразилось в особенностях петрографического состава ископаемых углей. Различия в характере процессов преобразования исходного материала, их интенсивности и масштабе проявления во многом зависели от специфических особенностей торфяных болот (низинные, верховые и переходные), питательности грунтов, постоянства динамики водной среды, ее окислительного или восстановительного потенциала, устойчивости климата и других условий.

с учетом результатов превращения исходного материала в различные составные части угольного вещества выделяют [22] следующие основные типы процессов торфо- и углеобразования.

**Гелификация** — превращение лигнино-целлюлозных тканей высших растений в анаэробных условиях в коллоидные системы. Золи, образующиеся в результате тонкого диспергирования этих тканей и их гумификации, переходили в гели разжижения, а при обезвоживании и затвердевании последних — в основную бесструктурную массу. Лигнино-целлюлозные ткани, подвергшиеся только набуханию (без перехода в золь), превращались в гели остудневания и в последующем в гелифицированные компоненты (основную массу), сохранившие в различной степени первоначальную ботаническую структуру. В некоторых углях содержатся ксилены — остатки лигнино-целлюлозных тканей, клеточные стенки которых лишь слегка подверглись разбуханию и остудневанию.

**Фюзенизация** — преобразование лигнино-целлюлозных тканей, а также продуктов их первичной гелификации в субэраальных условиях с участием аэробных бактерий в твердый необратимый коллоид. Дегидратация растительного материала сопровождалась его почернением и обугливанием, в основном сохранялись лишь полые клеточные стенки лигнино-целлюлозных тканей. Некоторые исследователи [23] связывают процесс фюзенизации также с лесными пожарами, происходившими на площадях торфообразования.

**Битуминизация** — анаэробный процесс разложения богатых жирами и белковыми веществами остатков низших растений (главным образом, водорослей) и зоопланктона. С битуминизацией (гниением в анаэробных условиях) богатых восками и смолами липоидных фрагментов высших растений связывают повышенную битуминозность бурых углей некоторых бассейнов палеоген-неогенового возраста (Днепровского в СССР, Тюринго-Саксонского в Германии.).

**Элювиация** — вынос образовавшихся коллоидов богатыми кислородом проточными водами. Этот процесс обычно сопровождался окислением нерастворившихся гумифицированных и негумифицированных растительных остатков. С этим процессом связывают также пространственное размещение участков, обогащенных липоидными компонентами высших растений, пластов и прослоев липтобиолитов, а также сапрогумолитов.

**Иллювиация** — привнос легко растворимых гуминовых веществ из верхних активных зон торфяников в нижележащие слои и перенос таких веществ по площади торфяников, отразившийся в изменчивости петрографического состава углей.

Характер исходного материала и особенностей протекания процессов его накопления и преобразования положены в основу

разработки генетических классификаций углей. Одна из таких классификаций Ю. А. Жемчужникова, А. И. Гинзбург, 1960 г. приведена в табл. 2.

#### УГЛЕФИКАЦИЯ

Процесс углефикации подразделяют на две части:

1) *диагенез* угля — превращение захороненного в недрах земли (перекрытого кластическими осадками) торфа под влиянием преимущественно биохимических воздействий в бурый уголь;

2) *метаморфизм* угля — последовательное превращение бурого угля в каменный уголь и антрацит под влиянием повышенной температуры и давления.

**Диагенез угля.** В результате протекавших в захороненном торфе биохимических реакций с участием циркулирующих вод и выделявшихся при разложении растительного материала газов (метана, сероводорода, углекислоты) завершались процессы гумификации, происходило старение и затвердевание коллоидов, образование устойчивых минеральных образований. Уплотнение материала, его дегидратация, выделение газов и другие диагенетические преобразования завершались превращением торфа (сапропеля) в бурый уголь различного петрографического состава.

Сложившийся при торфообразовании и диагенезе углей этот состав в последующем не изменялся. Обусловленные метаморфизмом структурно-молекулярные преобразования органического вещества углей сопровождалось изменением химического состава, физических и технологических свойств слагающих уголь компонентов при сохранении их соотношений и пространственного размещения. При углепетрографических исследованиях различают: микрокомпоненты (мацералы), различимые под микроскопом и не поддающиеся более детальному подразделению петрографическими методами, и макрокомпоненты (литотипы) — составные части угля, различимые невооруженным глазом.

Органические микрокомпоненты угля подразделяются на гелифицированные, фюзенизированные и липоидные; в последние включаются также продукты преобразования низших растений и простейших животных организмов. Размеры гелифицированных и фюзенизированных компонентов изменяются от крупных различаемых невооруженным глазом включений, выделяемых в самостоятельные литотипы простого строения (соответственно — витрен и фюзен), до видимых только под микроскопом.

В тонких шлифах (при микроскопическом изучении в проходящем свете) гелифицированные компоненты высших растений имеют окраску от желтовато-оранжевой до оранжево-красной

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ

Группа	Исходный материал	Класс, подкласс	Остатки растений, сохранившиеся в угле, и продукты их изменения	Среда отложения и накопления	Тип деятельности микроорганизмов	Количество кислорода	Процессы превращения	Фации					
Гумолиты	Высшие растения (древесные, кустарничковые, травяные и др.)	Гелитолиты	Гелифицированные остатки растительных тканей: сохранившие структуру и бесструктурные; бесструктурное гелифицированное вещество	Низинное или верховое торфяное болото	Анаэробный, частично аэробный	Недостаточно	Гелификация, иллювиация, частичная битуминизация	Обводненных топяных болот (верховых и низинных)					
		Фюзенолиты	Фюзенизированные остатки растительных тканей: сохранившие структуру и бесструктурные; бесструктурное фюзенизированное вещество						Периодические и весьма длительные понижения уровня болотных вод, проточные болота и их участки	Аэробный, частично аэробный	Вероятно, избыточное	Фюзенизация и элювиация	Слабообводненных и проточных болот
		Микстогумолиты	Агрегат гелифицированных и фюзенизированных растительных тканей, липоидных компонентов и др.						Характер обводнения переменный. Сезонные колебания уровня болотных вод	Аэробный и анаэробный	Непостоянный режим, от избыточного до недостаточного	Переменная гелификация и фюзенизация	
Гумолиты	Высшие растения (древесные, кустарничковые, травяные и др.)	Липидолиты	Кутикула, споры, смоляные тела, суберинизированные коровые ткани, гелифицированное и фюзенизированное вещество	Изолированные и проточные низинные болота	Преобладает аэробный, имеется анаэробный	Постоянный приток	Элювиация, гелификация и фюзенизация	Мелких проточных болот					
		Липтобиолиты	Кутикулы, суберинизированные коровые ткани, смола, споры, гелифицированное вещество	Проточное низинное болото	Аэробный	Постоянный приток	Элювиация и гелификация	Проточных болот					
Сапрогумолиты	Высшие и низшие растения	Сапрогумитолиты	Остатки водорослей в гумусовой или смешанной основной массе, остатки растительных тканей, споры, кутикулы	Низинное застойное торфяное болото с открытым водным зеркалом (озеро, лагуна)	Анаэробный	Мало	Битуминизация и гелификация	Болот, переходящих в водоемы, и застойных открытых водоемов (озеро, зарастающее озеро, залив, морская лагуна)					
		Гумитосапробиты											
Сапролиты	Низшие растения (водоросли и др.)	Собственно сапролиты	Преимущественно продукты превращения водорослей	Озеро (открытый водоем в болоте) пресное или соленое, лагуна	То же	То же	В основном битуминизация						

и коричневато-красной, низших растений — зеленовато-бурую; фюзенизированные — слабо просвечивают (темно-коричневый цвет) или вообще непрозрачны. Окраска липоидных компонентов (спор, кутикул) изменяется с повышением степени углефикации от лимонно-желтой в бурых и низкометаморфизованных каменных до оранжевой и красной в среднеметаморфизованных каменных углях; в сильно метаморфизованных каменных углях и антрацитах эти компоненты в тонких шлифах неразличимы. По сохранности структуры гелифицированные компоненты подразделяются на структурные, сохранившие в различной степени строение исходных растительных тканей, и бесструктурные, представленные прозрачной (однородной, комковатой, хлопьевидной) или непрозрачной основной массой, слагающей большие участки или прослойки, окаймляющие скопления других компонентов. В углях низкой степени углефикации выделяется также атритовая основная масса, сложенная тонкодиспергированными обрывками гелифицированных тканей. Фюзенизированные компоненты частично сохранили клеточное строение растительных тканей, частично представлены основной сплошной массой черного цвета. Липоидные компоненты сохранили первоначальную форменную структуру в виде сплюснутых колец, вытянутых полосок (споры, кутикулы), плиткообразных клеток (коровые и пробковые тела), округлых или овальных включений (смоляные тела, остатки водорослей).

Результаты микроскопического изучения состава углей в тонких шлифах используются и в настоящее время для установления генетических типов углей, прогноза их химических и технологических свойств, решения ряда теоретических и прикладных задач, возникающих в процессе геологоразведочных работ, и для уточнения теоретических положений генезиса углей. Многочисленными исследователями были предложены различные номенклатуры микрокомпонентов, которые различаются особенностями процесса углеобразования (см. табл. 2) или системой принятых терминов.

Существенное влияние петрографического состава на все основные технологические свойства углей обусловили необходимость создания единой терминологии и методики их определения, обеспечивающих получение количественной характеристики содержания в исследуемых углях основных групп органических и неорганических компонентов и выделение соответствующих литотипов углей.

В 1960 г. методика определения петрографического состава плотных блестящих бурых, каменных углей и антрацитов, а в 1978 г. — землистых матовых бурых углей и лигнитов в СССР были стандартизированы; в 1985 г. эти стандарты приняты странами СЭВ (табл. 3). В других зарубежных странах наиболее распространена система Стопс-Геерлен (1933 г.). В основу

принятой методики положено определение мацералов путем микроскопического изучения углей в отраженном свете на аншлифах (или аншлиф-брикетах).

Генетически подобные мацералы угля с близкими химическими и физическими свойствами объединены в группы:

гуминита (в бурых мягких) и витринита (в бурых плотных каменных и антрацитах)—гелифицированные компоненты;

инертинита—фюзенизированные компоненты;

семивитринита — различные сочетания гелифицированных и фюзенизированных компонентов (промежуточная между витринитом и инертинитом группа);

липтинита — липоидные компоненты, а также продукты преобразования низших растений и животных микроорганизмов.

При микроскопическом изучении мацералы различных групп характеризуются следующими особенностями:

гуминита — серым цветом различных оттенков и хорошо различимой структурой растительных тканей;

витринита — ровной гладкой поверхностью, серым цветом различных оттенков, слабо выраженным микрорельефом;

инертинита — цветом от белого до желтого, резко выраженным микрорельефом;

семивитринита — серым или беловато-серым цветом и отсутствием микрорельефа;

липтинита — темно-коричневым, черным или темно-серым цветом, сохранившим морфологические признаки форменных биохимически устойчивых компонентов.

Выделение мацералов внутри групп производится с учетом степени сохранности структуры исходного материала и морфологических признаков. Так, гумоколлинит в бурых мягких и коллинит в бурых плотных и каменных углях представлен бесструктурной гелифицированной основной массой, цементирующей другие органические и минеральные компоненты, гумотелинит и телинит — мацералами, сохранившими в различной степени ботаническую структуру. Фюзинит сохранил полностью клеточное строение, а семифюзинит и склеротинит — частично, макринит — бесструктурный ингредиент, образовавшийся при полном разрушении растительного материала фюзенизацией.

Один из основных параметров диагностики мацералов — *показатель отражения*: процентное отношение интенсивности светового потока установленной длины волны, отраженного от полированной поверхности мацерала, к интенсивности светового потока, падающего перпендикулярно на эту поверхность. Наибольшим показателем отражения в изометаморфных углях характеризуются мацералы группы инертинита, наименьшим — липтинита, промежуточными значениями — витринита и семиви-

Угли бурые (землистые, плотные, матовые и лигниты) ГОСТ 12112-78 (СТ СЭВ 5431-85)			Угли плотные, блестящие, бурые, каменные и антрациты ГОСТ 9414-74 (СТ СЭВ 5431-85)		Система Стопс-Геерлен (1933 г.)	
Группа, обозначение	Подгруппа, обозначение	Мацералы, обозначение	Группа, обозначение	Мацералы, обозначение	Группа	Мацералы
Гуминит <i>H</i>	Гумотелинит <i>Ht</i>	Текстинит <i>Ht<sub>t</sub></i> Ульминит <i>Ht<sub>u</sub></i>	Витринит <i>Vt</i>	Телинит <i>Vt<sub>t</sub></i> Витродетринит <i>Vt<sub>vd</sub></i>	Витринит	Телинит
	Гумодетринит <i>Hd</i>	Аттринит <i>Hd<sub>a</sub></i> Дензинит <i>Hd<sub>d</sub></i>		Коллинит <i>Vt<sub>k</sub></i>		Коллинит
	Гумоколлинит <i>Hk</i>	Гелинит <i>Hk<sub>g</sub></i> Корпогуминит <i>Hk<sub>k</sub></i>				
—	—	—	Семивитринит <i>Sv</i>	Семителинит <i>Sv<sub>t</sub></i> Семиколлинит <i>Sv<sub>k</sub></i>	—	—
Инертинит <i>I</i>	—	Семифюзинит <i>I<sub>sf</sub></i> Макринит <i>I<sub>ma</sub></i> Фюзинит <i>I<sub>f</sub></i> Склеротинит <i>I<sub>sk</sub></i> Инертодетринит <i>I<sub>id</sub></i>	—	Семифюзинит <i>I<sub>sf</sub></i> Макринит <i>I<sub>ma</sub></i> Фюзинит <i>I<sub>f</sub></i> Склеротинит <i>I<sub>sk</sub></i> Инертодетринит <i>I<sub>id</sub></i> Микринит <i>I<sub>mi</sub></i>	Инертинит	Семифюзинит Макринит Фюзинит Склеротинит Инертодетринит

Липтинит <i>L</i>	—	Споринит <i>L<sub>sp</sub></i> Кутинит <i>L<sub>kt</sub></i> Резинит <i>L<sub>r</sub></i> Суберинит <i>L<sub>s</sub></i> Альгинит <i>L<sub>al</sub></i> Липтодетринит <i>L<sub>ld</sub></i> Хлорофиллинит <i>L<sub>chf</sub></i> Битуминит <i>L<sub>b</sub></i>	—	Споринит <i>L<sub>sp</sub></i> Кутинит <i>L<sub>kt</sub></i> Резинит <i>L<sub>r</sub></i> Суберинит <i>L<sub>s</sub></i> Альгинит <i>L<sub>al</sub></i> Липтодетринит <i>L<sub>ld</sub></i>	Экзинит	Споринит Резинит Альгинит
Минеральные включения <i>M</i>	Глинистые минералы <i>M<sub>gl</sub></i>	—	Глинистые минералы <i>M<sub>gl</sub></i>	—	Глинистые	Иллит, серицит, каолинит, лаверрьерит, монтмориллонит
	Сульфиды железа <i>M<sub>s</sub></i>	—	Сульфиды железа <i>M<sub>s</sub></i>	—	Сульфиды	Пирит, марказит, цинковая обманка, халькопирит, галенит
	Карбонаты <i>M<sub>k</sub></i>	—	Карбонаты <i>M<sub>k</sub></i>	—	—	
	Оксиды кремния <i>M<sub>kr</sub></i>	—	Оксиды кремния <i>M<sub>kr</sub></i>	—	Оксиды Силикаты	Лимонит, гетит Кварц, халцедон
	Прочие минеральные включения <i>M<sub>pr</sub></i>	—	Прочие минеральные включения <i>M<sub>pr</sub></i>	—	Соли (хлориды, сульфаты)	Каменная соль, гипс, тенардит

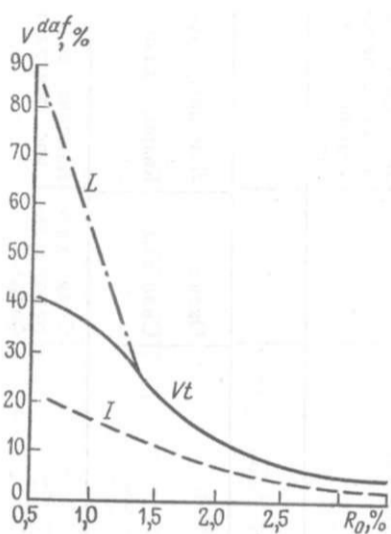


Рис. 3. Выход летучих веществ  $V^{daf}$  из мацералов групп витринита Vt, инертинита I и липтинита L на различных стадиях метаморфизма [1]

тринита. С повышением степени углефикации величины показателя отражения возрастают. Средние значения этого показателя у мацералов группы витринита (гуминита бурых углей), определенного с введением на поверхность аншлифа иммерсионного масла,  $R_d$  — один из основных показателей степени метаморфизма углей. Мацералы различных групп имеют отличия в микротвердости, плотности и других физических свойствах, показатели которых изменяются на различных стадиях метаморфизма.

Группы мацералов имеют существенные различия в химическом составе и технологических свойствах. Так, мацералам группы витринита свойственно повышенное содержание кислорода, инертинита — углерода, липтинита — водорода. На равных стадиях метаморфизма наибольшим выходом летучих веществ обладают мацералы группы липтинита, меньшим — витринита, наиболее низким — инертинита (рис. 3). Эти различия наиболее значительны (20—40%) при низкой степени углефикации и уменьшаются при ее повышении. При определенной стадии метаморфизма мацералы группы витринита и липтинита приобретают способность переходить при нагревании в пластическое состояние, семивитринита — размягчаться без перехода в пластическое состояние, инертинита — такими свойствами не обладают. Повышение в угле относительного содержания фюзенизированных компонентов снижает его спекаемость (рис. 4). Расчетная величина суммарного количества в угле таких компо-

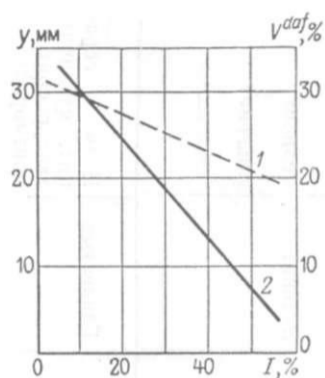


Рис. 4. Зависимость выхода летучих веществ  $V^{daf}$  (1) и толщины пластического слоя  $y$  (2) от относительного содержания в углях микрокомпонентов группы инертинита I [1]

нентов-мацералов группы инертинита и двух третей мацералов группы семивитринита ( $\Sigma OK = I + 2/3Sv$ ) — один из основных параметров промышленно-генетических классификаций углей. На химическом составе и технологических свойствах мацералов существенно отражается *первичная восстановленность* органического вещества углей, обусловленная особенностями исходной растительности и условиями ее превращения на начальных стадиях углеобразования. С восстановленностью органического вещества углей связывают различия в химическом составе, физических и технологических свойствах углей одинакового петрографического состава при одной и той же степени углефикации. Более восстановленные компоненты и в целом изометаморфные угли характеризуются повышенным содержанием углерода, серы, основных оксидов железа, минеральных примесей, более высокой спекаемостью, выходом летучих веществ и смол, теплотой сгорания, пониженной механической прочностью.

*Минеральные микрокомпоненты* (минералы и их ассоциации) подразделяются на основные группы неорганических соединений: глинистые, карбонатные, сульфиды железа, кварц и Пр.

Совокупность первичных процессов преобразования исходного для углеобразования органического материала отразилась на соотношении в угольном веществе гелифицированных, фюзенизированных, липоидных и битуминизированных компонентов, а также на степени сохранности его первоначальной ботанической структуры.

Ископаемые угли в основном представлены подгруппой гумитов. Содержание гелифицированных компонентов в угольном веществе изменяется в пределах 25—100%. Фюзенизированные и липоидные компоненты, как правило, цементируются основной гелифицированной массой. В отдельных пластах они образуют локальные скопления в виде маломощных линз и прослоев; относительно редко слагают самостоятельные пласты. Так на некоторых месторождениях Средней Азии, Казахстана и Забайкалья известны пласты фюзено-ксиленовых углей, в которых гелифицированная основная масса вообще отсутствует или слагает маломощные прослои, составляющие суммарно не более 10% общей мощности этих пластов. Наиболее крупные концентрации липтобиолитов выявлены в бассейнах Раздольненском (СССР) и Ганьзян (КНР), где они слагают пласты, соответственно, смоляных (рабдописситов) и коровых (лопинитов) разновидностей этой подгруппы гумолитов, и являются объектами самостоятельной промышленной разработки. В большинстве случаев они, также как сапрогумолиты и сапропелиты образуют тонкие линзовидные прослои в пластах гумита или дисперсно рассеяны в слагающем их угольном веществе. Усредненный петрографический состав гумусовых углей основных угольных бассейнов СССР приведен в табл. 4.

ТАБЛИЦА 4  
УСРЕДНЕННЫЙ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ УГЛЕЙ ОСНОВНЫХ УГОЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ СССР (1)

Бассейны	Содержание (%) компонентов групп				Наиболее распространенные литотипы углей
	Vl	Sv	L	I	
Донецкий:					
нижнекарбоневые угли	45—55	5—7	18—25	22—24	Кларено-дюрены и дюрено-кларены
среднекарбоневые угли	70—95	3—6	1—14	5—14	Кларены
Печорский	64—85	5—20	1—5	10—20	Дюрено-кларены и кларено-дюрены
Карагандинский:					
нижнекарбоневые угли	59—61	10—15	1—4	25	Кларено-дюрены
среднекарбоневые угли	72—74	7—9	4—8	13	Дюрено-кларены
Кузнецкий:					
угли бадахонской серии	40—61	14—17	2	26—39	Кларено-дюрены и дюрены
Кольчугинской серии	73—80	4—8	2	14—17	Кларены и дюрено-кларены
Канско-Ачинский Южно-Якутский	58—97	1—12	1—5	1—25	Кларены
О. Сахалина	75—90	1—3	2—5	5—15	То же
	85—95	1—2	3—10	1,5	»

\* Долевое участие органических микрокомпонентов отражается в различных макроскопически отличных физических свойствах ископаемых углей — блеске, цвете, трещиноватости, характере излома, структурных и текстурных особенностях, по которым выделяются литотипы углей.

Литотипы углей. Различают литотипы углей простого и сложного строения (табл. 5). Литотипы простого строения выделяются при их толщине более 3 мм, сложного — более 10 мм. Наличие литотипов в пластах обуславливает их полосчатость, отсутствие — однородность строения. Примеры полосчатого строения угольных пластов приведены на рис. 5.

Основные особенности состава и строения литотипов литоблиговых, сапропелитовых и сапропелевых углей охарактеризованы в табл. 6.

**Метаморфизм углей** — процесс глубокого структурно-молекулярного преобразования органического вещества углей с изменением его химического состава, физических и технологических свойств, а также литификацией минеральных включений. Метаморфизм углей является следствием воздействия на угли: внутреннего тепла земли при погружении угленосных толщ на глубину (региональный метаморфизм); тепла, выделяемого магма-

ТАБЛИЦА 5

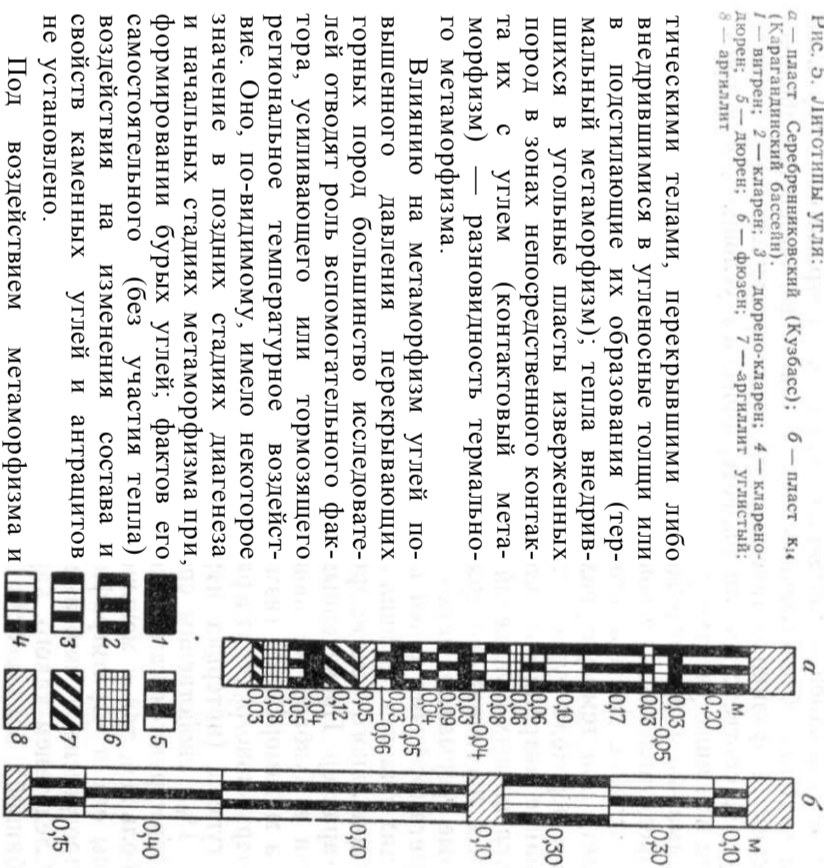
ЛИТОТИПЫ ГУМУСОВЫХ УГЛЕЙ (ГУМИТОВ)

Литотипы	Содержание (в %) мацералов групп:		Признаки, используемые для выделения	Участие в сложении угольных пластов
	витринита	липтинита, инертинита, минеральных включений		
Витрен	100	—	<b>А. Простого состава</b> Черный цвет, сильный блеск, однородность, раковистый излом, хрупкость, хорошо выраженная эндогенная трещиноватость	Тонкие линзы и прослои мощностью от нескольких миллиметров до 3—5 (редко 20—50) см
Фюзен	—	Мацералы группы инертинита при различном содержании минеральных включений	Черный или серо-черный цвет, матовый или полуматовый с шелковистым блеском, волокнистое строение, низкая механическая прочность (сажистость), повышенная минерализованность	Примазки по плоскостям напластования, тонкие прослои и линзы. Иногда фюзено-кисленовые разности слагают части или полностью пласты
Кларен (блестящий)	75 и более	до 25	<b>Б. Сложного состава</b> Аналогичны указанным для витрена, дополнительно — ясно выраженная полосчатость, угловато-неровный излом	Слагают полностью пласты или относительно мощные слои
Дюрено-кларен (полублестящий)	50—75	25—40	С уменьшением содержания витринита ослабевает блеск, цвет от черного до серо-черного, остальные признаки имеют переходный характер от свойственных кларену до присутствующих дюрену	То же
Кларено-дюрен (полуматовый)	50—45	40—55		» »
Дюрен (матовый)	до 25	75 и более	Серый или серо-черный цвет, блеск матовый маслянистый. Однородный, плотный, очень твердый и вязкий, неровный зернистый излом, поверхность излома шероховатая, раскалывается на крупные куски	» »

Примечание: дюрены, дюрено-кларены и кларено-дюрены соответственно преобладают в их составе тех или иных компонентов групп инертинита и липтинита подразделяются на подгруппы: фюзено-кисленовый, спорный, кутикуловый, смоляной, смешанный.

ТАБЛИЦА 6  
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ЛИТОТИПОВ ЛИПТОБИОЛИТОВЫХ, САПРОГУМОЛИТОВЫХ И САПРОПЕЛЕВЫХ УГЛЕЙ

Группа	Класс	Основные литотипы (примеры)	Особенности состава и свойств
Гумолиты	Липтобиолиты	Споровый (тасманит)	Скопление мега- и макроспор. Цвет светло-коричневый, структура зернистая
		Кутикуловый (барзассит)	Скопление кутикул. Цвет коричневый, слоение листоватое, текстура плитчатая, на поверхности плиток блеск матовый, на вертикальном изломе — блестящий смолистый
		Смоляной (рабдописсит)	Скопление коротких смоляных палочек. Цвет черный и коричневый, блеск матовый с блестящими штрихами
		Коровый (лопинит)	Скопление перидермы (фелодермы и пробковой ткани). Цвет черный, блеск матовый с блестящими штрихами. Плотный, строение плитчатое
Сапрогумолиты		Кеннель	Скопление спор (в подчиненном количестве — водорослей), сцементированных основной преимущественно сапропелевой массой. Цвет серый и черный, блеск тусклый, излом плоскораковистый. Характерны высокие вязкость и твердость. Слоение массивное
Сапропелиты	Собственно сапропелиты	Богхед	Скопление микроводорослей, сцементированных основной преимущественно сапропелевой массой. Цвет коричневый, черный, иногда оливковый, блеск матовый или слегка жирный. Массивная однородная структура (без слоистости). Излом раковистый. Высокие плотность и вязкость

Рис. 5. Литотипы углей:  
а — пласт Сеферениковский (Кузбасс); б — пласт Ка (Карагайлинский бассейн);  
1 — интрен; 2 — кварен; 3 — дорено-кварен; 4 — кларено-дурен; 5 — дорен; 6 — фозен; 7 — ариндлит углистый; 8 — ариндлит

тическими телами, перекрывающими либо вклинивающимися в угленосные толщи или в подстигающие их образования (термальный метаморфизм); тела вклинившихся в угольные пласты изверженных пород в зонах непосредственного контакта их с углем (контактовый метаморфизм) — разновидность термального метаморфизма.

Влияние на метаморфизм углей повышенного давления перекрывающих горных пород большинство исследователей отводит роль вспомогательного фактора, усиливающего или тормозящего региональное температурное воздействие. Оно, по-видимому, имело некоторое значение в поздних стадиях диagenеза и начальных стадиях метаморфизма при формировании бурых углей; фактов его самостоятельного (без участия тепла) воздействия на изменения состава и свойств каменных углей и антрацитов не установлено.

Под воздействием метаморфизма и соответственно его характеру и глубине в органической массе углей по близким к линейным закономерностям повышается содержание углерода и снижаются содержания других основных компонентов элементного состава, уменьшается выход летучих веществ (при нагреве без доступа воздуха), возрастают отражательная способность геифидрированных компонентов, их оптическая анизотропия, электропроводность и микротвердость. По параболическим закономерностям изменяются удельная теплота сгорания углей, их микрохрупкость, плотность, скорость прохождения ультразвука, гидрофильность, теплопроводность, люминесцентные и другие свойства. На средних стадиях метаморфизма геифидрированные и липидные компоненты приобретают способность переходить при термическом разложении углей в пластическое состояние.

Ведущее значение для углефикации основной массы ископаемых углей имел региональный метаморфизм, с которым связано образование почти всех известных бассейнов

и месторождений каменных углей и антрацитов. Характер и глубина обусловленных его воздействием изменений физических и физико-химических свойств органического вещества углей соответствовали палеотермическим условиям, в которых те или иные участки угленосных площадей находились при максимальном их погружении в недра земли. По современным представлениям региональный метаморфизм углей протекал в течение длительного времени (десяtkи и сотни миллионов лет) при температурах от 30—50 °С (соответствующих условиям перехода бурых углей в каменные) до 200—300 °С (образование антрацитов), что соответствует глубинам погружения угленосных отложений на 1—10 км (рис. 6). В крупных угольных бассейнах, содержащих мощные многопластовые угленосные формации, четко проявляется закономерное повышение метаморфизма углей в стратиграфически более низко залегающих пластах (правило Хильта). Вертикальная зональность регионального метаморфизма при этом имеет неравномерный характер. Проведенными В. И. Скоком в 1954 г. исследованиями в Кузбассе установлено, что наибольшее значение градиента метаморфизма (изменение выхода летучих веществ на 100 м нормального стратиграфического разреза) и наименьшая его степень (интервал нормального разреза между изоволями в 1%) свойственны средней стадии метаморфизма, на которой формируются каменные спекающиеся угли. В направлении как большей, так и меньшей глубины метаморфизма углей величины его в стратиграфическом разрезе угленосных формаций прогрессивно снижаются, а степени — возрастают (рис. 7). Следствием такого характера проявления вертикальной (глубинной) зональности регионального метаморфизма является относительно низкая доля запасов коксовых, жирных и отощенно спекающихся углей в общих запасах углей бассейнов, содержащих полную или почти полную гамму различно метаморфизованных каменных углей.

При инверсиях геотектонического режима в глубоких прогибах земной коры, где накапливались угленосные отложения, происходила смена погружения последних поднятием к дневной поверхности и соответственно снижалась интенсивность температурного воздействия. Влияние длительного воздействия постинверсионного метаморфизма отражалось на повышении степени углефикации углей одних и тех же пластов на более глубоких горизонтах их современного залегания.

Термальный метаморфизм углей проявился в более ограниченных масштабах — в сфере дополнительного влияния тепла магматических тел, как правило, наложенного на палеотемпературные условия, обусловленные проявлением регионального метаморфизма. Аномалии в характере и глубине регионального метаморфизма углей, вызванные наложением термаль-

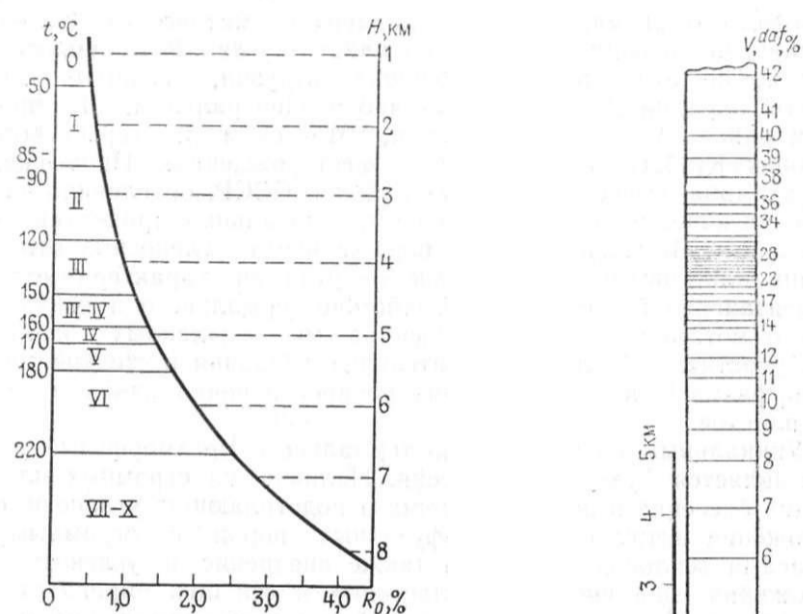


Рис. 6. Связь регионального метаморфизма углей с глубиной их погружения, I, II...VII-X — стадии метаморфизма угля по ГОСТ 21489—76

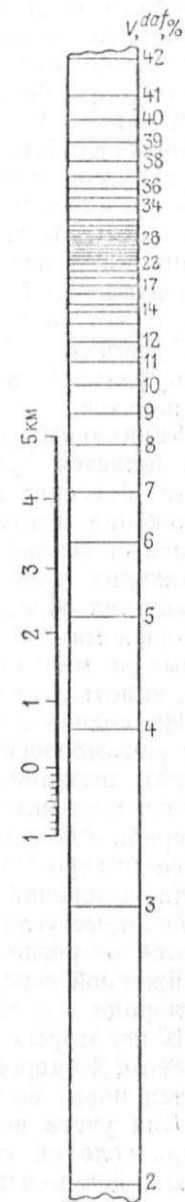


Рис. 7. Ступени глубинного метаморфизма угля (по В. И. Скоку)

ного метаморфизма, зависят от размера магматических тел, их состава, положения относительно пластов угля. Так, тепловое, воздействие относительно небольших интрузий, развитых на южной окраине Донбасса (частично в Центральном, Шахтинском районах), в Томь-Усинском, Мрасском и Терсинском районах Кузбасса, на некоторых месторождениях Приморья, о. Сахалина и северо-восточных районов СССР, обусловило изменения качества углей, в основном, в локальных приконтактных зонах. Высокой степенью пораженности угленосных отложений пластовыми и секущими интрузиями характеризуется Партизанский бассейн, где воздействие термального и контактового метаморфизма проявилось на многочисленных локальных участках, обусловив значительные различия в степени метаморфизма углей на площадях распространения одних и тех же пластов.

Уникальным по проявлению термального метаморфизма углей является Тунгусский бассейн. Наличие на огромных площадях бассейна в перекрывающих и подстилающих угленосные отложения интрузивных и эффузивных пород с огромными запасами тепловой энергии, а также внедрение в угленосные отложения многочисленных пластовых и секущих пирокластических тел обусловило региональный характер термального метаморфизма. Интенсивное проявление контактового метаморфизма во многих случаях привело к окислению и обжигу углей, вплоть до их графитизации.

Изменение состава и свойств каменных углей при термальном метаморфизме в начальных его стадиях аналогично изменениям, вызванным региональным метаморфизмом. Но на средних стадиях метаморфизма замедляется нарастание содержания углерода с сохранением его в последующем на уровне 88—86%, более быстро уменьшается выход летучих веществ при отсутствии изменений в спекающих свойствах. Контактного-метаморфизованные угли на одинаковых стадиях преобразования отличаются от регионально и термально метаморфизованных углей пониженной теплотой сгорания, более высоким содержанием кислорода и полным отсутствием спекаемости.

В некоторых бассейнах (например, в Прокопьевско-Киселевском, Кемеровском районах Кузбасса) отчетливо прослеживается повышение метаморфизма углей в зонах их выгорания.

Для учета воздействия метаморфизма на качество углей и подразделения этого процесса на стадии в нормативно-технической документации и в практике исследований угольных месторождений использовались (и используются в настоящее время) такие показатели как: содержание углерода, выход летучих веществ, теплота сгорания, изменение контрастности выделения и оптических свойств органических микрокомпонентов. Для подразделения бурых углей дополнительно привлекались

ТАБЛИЦА 7

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕОКИСЛЕННЫХ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ ПО СТАДИЯМ МЕТАМОРФИЗМА (ГОСТ 21489—74)

Группа	Стадии метаморфизма	Показатель отражения витринита		
		в иммерсионном масле, $R_D$ , %	в воздушной среде, $10 R$ , усл. ед.	Класс
Буроугольная	$O_1$	0,30	<58	01
	$O_2$	0,30—0,39	58—66	02
	$O_3$	0,40—0,49	67—69	03
Каменноугольная	I	0,50—0,64	70—76	10
	I—II	0,65—0,74	77—79	11
	II	0,75—0,84	80—82	12
	II—III	0,85—0,99	83—86	13
	III	1,00—1,14	87—90	14
	III—IV	1,15—1,29	91—93	15
	IV	1,30—1,49	94—97	16
	IV—V	1,50—1,74	98—102	17
Антрацитовая	V	1,75—1,99	103—107	18
	VI	2,00—2,39	108—114	19
	VII—VIII	2,40—2,99	115—123	21
	VIII—IX	3,00—3,59	124—131	22
	IX	3,60—4,49	132—142	23
	X	4,50 и более	143 и более	24

значения естественной (рабочей) влажности и выхода смол, для каменных углей — показатели спекаемости, для антрацитов — механической прочности. Однако разрешающая способность перечисленных показателей для определения степени метаморфизма углей неравноценна. Наиболее четким и последовательным изменением значений характеризуется показатель отражения витринита  $R_D$ , принятый в СССР, СЭВ и некоторых зарубежных странах за основу классификации углей по стадиям метаморфизма (табл. 7). Остальные показатели используются как вспомогательные на отдельных частях процесса углефикации, где высокая изменчивость их значений обеспечивает более или менее четкое определение границ смежных стадий метаморфизма.

ОКИСЛЕНИЕ УГЛЯ

При залегании в зонах аэрации и активном воздействии подземных вод вблизи современной или древней дневной поверхности, а также при длительном хранении угли подвергаются окислению. В естественных условиях залегания глубина распространения и степень окисления углей зависят от рельефа.

положения зеркала грунтовых вод, климата, а также от петрографического состава и метаморфизма углей.

Изменение качества углей при окислении идет в направлении, обратном происходящему при метаморфизме углей. В органическом веществе углей резко снижается относительное содержание водорода и углерода, параллельно возрастает содержание кислорода, уменьшается удельная теплота сгорания. Увеличивается влажность и зольность, возрастают плотность угля, выход летучих веществ. В каменных углях образуются гуминовые кислоты, и они приобретают в порошке буроватый цвет, свойственный мягким бурым углям, уменьшается, а иногда полностью утрачивается спекающаяся способность. Снижается выход первичного дегтя при полукоксовании, в составе газов преобладают двуоксид и оксид углерода.

Непосредственно у дневной поверхности угли подвергаются механическому выветриванию. Ослабляются их прочность и связность; расщепляющее действие воды и воздуха по плоскостям напластования и трещинам отдельности обуславливает раскалывание углей на мелкие кусочки, при дальнейшем развитии этого процесса угли превращаются в угольную «сажу».

Наибольшее окисление и физическое выветривание свойственно гелифицированным компонентам угля, фюзенизированные и липоидные компоненты более устойчивы к этим процессам, эти компоненты особо стойки к механическому выветриванию.

Процессы механического выветривания характерны обычно для небольших глубин (единицы, десятки метров), зоны химического окисления достигают глубин в десятки, иногда более сотни метров.

### ГЛАВА 3

## ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ

### ОБЩИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ УГЛЕОБРАЗОВАНИЯ

Углеобразование — региональный геологический процесс, протекавший и возобновлявшийся при благоприятном сочетании геоботанических, палеогеографических и геотектонических предпосылок на крупных площадях и локальных участках земной поверхности. Известные в настоящее время угленосные площади занимают около 15% площади современных континентов.

**Геоботанические предпосылки.** Растительная основа веществ-

ва ископаемых углей определила тесную связь углеобразования с возникновением и эволюцией наземной флоры. Эта связь обусловила приуроченность промышленного углеобразования к поздним периодам геологической истории земли (от карбона до неогена включительно) и протекание этого процесса только в пределах суши или ее окраинных частей.

Наличие углеродистого вещества — продукта преобразования примитивных низших растений и простейших микроорганизмов — в виде небольших его скоплений, а преимущественно в рассеянном состоянии выявлено в протерозойских осадочных толщах. Мелкомасштабные углепроявления в виде линз графитизированных углей, углисто-кремнистых и углисто-глинистых сланцев известны в осадках раннего палеозоя (от кембрия до нижнего девона включительно). С осадочными комплексами пород кембрийского и ордовикского возраста связаны крупные месторождения горючих сланцев (Оленекский, Прибалтийский бассейны и др.). Органическое вещество этих сланцев в основном сапропелевого состава образовалось преимущественно из водорослей (с участием затопленных в морских лагунах остатков примитивных псилофитов) и зоопланктона.

Начало образования собственно угольных месторождений датируется средним девонem. Развитие на прибрежных низменностях материков и плоских островов более сложных видов псилофитов, прапапоротников и других наземных видов высших растений сопровождалось формированием в среднем и позднем девоне единичных относительно мощных пластов сапропелево-гумусовых углей. Но известные девонские месторождения: Эллемсор в Канаде, о. Медвежьего в Норвегии, Барзасского и Эрментаусского в СССР и других в связи с малой масштабностью углепроявления практического значения не имеют.

Промышленное углеобразование приобрело региональный характер в раннем карбоне. Благоприятные ландшафтно-климатические условия (прежде всего влажный и теплый гумидный климат) в некоторых крупных областях земной поверхности сопровождалось расселением на низменностях побережных древесных папоротникообразных и других форм споровых растений, с аккумуляцией и захоронением остатков которых связано формирование известных крупных нижнекарбонных угольных месторождений Западной Европы, СССР (Подмосковный бассейн, Зап. Донбасс, Вост. Урал, Сев. Казахстан), КНР и более мелких — в северных районах Канады, США и в Арктике. Расцвет древовидной споровой растительности в среднем карбоне обусловил проявление крупномасштабного прибрежно-морского углеобразования на обширных территориях Северной Америки и Западной Европы, останцами которого являются основные каменноугольные бассейны этих регионов (в том числе Донецкий бассейн).

Дальнейшая эволюция флоры шла в направлении появления и развития более сложных и стойких ее форм, завоевавших внутриконтинентальные участки суши за пределами ареалов распространения более древних, но менее приспособленных к умеренно гумидным условиям видов растений. Характерное для карбона господство споровых растений сменилось в перми и раннем мезозое преобладающим распространением папоротниковидных, хвойных и других голосеменных форм, с позднего мезозоя получают развитие и широкое распространение покрытосеменные растения. В целом следствием эволюции флоры явилось резкое расширение площадей углеобразования, разнообразия фациальных и геотектонических обстановок торфонакопления и седиментогенеза угленосных формаций.

**Палеоклиматические предпосылки.** Масштабность аккумуляции исходного для углеобразования растительного материала тесно связана с палеоклиматом. Климатические условия обусловили развитие или угнетение растительности, особенности ее видового состава и анатомического строения, характер и интенсивность протекания процессов гумификации. В истории земли выделяют длительные эпохи преобладания более или менее равномерного для всего земного шара климата, сменявшиеся не менее длительными эпохами поясного его проявления с неравномерным распределением в различных областях земной поверхности тепла и влаги. Эпохи преимущественного проявления равномерного климата (в частности в раннем мезозое) связывают с периодами преобладания процессов эрозии и денудации земной поверхности, поясного — с периодами преобладания общего подъема континентов и проявления горообразовательных процессов.

**Палеогеографические предпосылки.** Распределение морей и континентов, рельеф суши и дна морей (крупных пресноводных бассейнов), режим течения поверхностных водотоков, определяли в совокупности с климатом благоприятные фациальные обстановки торфообразования, торфонакопления и общего седиментогенеза угленосных формаций. Для возникновения и длительного существования торфяных болот, обеспечивающего возможность промышленного углеобразования, необходимы условия являлись:

1) пониженный выровненный, почти плоский рельеф, с уровнем грунтовых вод близким или превышающим поверхность площадей торфообразования;

2) защита болот береговыми валами, косами, барами и т.п. элементами от затопления морскими водами или водами близлежащих водоемов и водотоков;

3) слабо выраженный рельеф тыловых ограничений площадей торфообразования, исключая возможность массового поступления обломочного материала;

4) длительная полная компенсация погружения площади торфообразования сбалансированным накоплением растительного материала.

Эти условия создавались преимущественно в лагунных, дельтовых, озерно-болотных, в меньшей степени — в озерных, речных и других частных фациальных обстановках прибрежно-морской, прибрежно-континентальной и внутриконтинентальной седиментации. Фациальные обстановки седиментации [20] приведены ниже.

Общие	Частные
<b>I. Континентальная (внутриконтинентальная)</b>	Речная, дельтовая, озерная, озерно-болотная, конусов выноса, межгорных долин, водоразделов и др.
<b>II. Прибрежно-континентальная</b>	Устьевых частей рек, дельтовая, реликтовых озер и др.
<b>III. Прибрежно-морская</b>	Лагунная, лиманная и других прибрежных мелководий, эстуариевая и др.
<b>IV. Морская</b>	Обстановки открытого моря различных глубин и удаленности от береговой линии

Наибольшую площадную распространенность угольных пластов при относительно высокой выдержанности их (обычно небольшой) мощности связывают с ингрессией моря — так называемым паралическим углеобразованием. Пласты угля, образовавшиеся из несвязанных с морем озерных и болотных торфяников, развитие которых прерывалось высыханием водоема или полным его зарастанием (лимническое углеобразование), обычно имеют менее выдержанный характер. Площадь их распространения, форма и мощность обуславливаются в основном конфигурацией и характером дна водоема.

**Геотектонические предпосылки.** Весь комплекс процессов аккумуляции растительного материала, его гумификации и углефикации, образования и последующего развития угленосных формаций вплоть до их разрушения контролировался геотектоническим режимом областей, на территории которых происходило углеобразование.

Палеотектоника обуславливала ландшафтно-климатические и фациальные обстановки торфо-углеобразования, непрерывность и прерывистость накопления растительного материала, строение угленосных формаций и характер их угленосности, пространственное размещение, первоначальные и современные размеры угольных месторождений (бассейнов).

Время наиболее крупного углеобразования отчетливо связано с начальными и завершающими этапами ряда эпох (фаз) герцинской и альпийской эр складчатости, а пространственное его распространение — с теми областями геосинклинальных поясов и частей платформ, где длительное медленное прогибание земной поверхности сопровождалось образованием угленос-

ных формаций. Наложённые на фон таких крупных волновых прогибов более мелкие ритмические колебания различных знаков и амплитуд обуславливали дифференциацию степени компенсации прогибания осадконакоплением и торфообразованием. Перекомпенсация прогибания осадками подготавливала процесс торфообразования и торфонакопления, происходивших при полной компенсации погружения субстрата торфяных болот накоплением растительного материала. Явления недокомпенсации выключали торфо-углеобразование из общего процесса седиментации. От соответствия скоростей погружения торфяника скоростям торфообразования зависели мощность, строение и пространственное распространение образующихся в последующем пластов угля, а также полное прекращение торфообразования.

В некоторых случаях торфо-углеобразование завершалось формированием одной торфяной залежи (угольного пласта). В большей части ритмический характер колебательных тектонических движений обуславливал неоднократное возобновление этого процесса и, как следствие, — наличие в разрезе угленосных формаций многочисленных угольных пластов и прослоев различной мощности, строения и пространственного распространения. Прекращение и возобновление торфообразования, зависевшее от положения уровня грунтовых вод, в ряде случаев явилось следствием эвстатических колебаний уровня вод мирового океана, смены климатических условий при подъёме и опускании континентов и других причин. Аккумуляция растительного материала, последующая гумификация и углефикация накопленной биомассы происходили также в отрицательных структурах земной поверхности, развитие которых было обусловлено проявлением соляной тектоники, карста, образованием кальдер и другими атектоническими процессами.

Результатом сочетания благоприятных предпосылок углеобразования, процессов его непрерывного и прерывистого протекания явилось образование специфических комплексов углесодержащих осадочных пород — угленосных формаций.

#### УГЛЕНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ

**Состав и строение угленосных формаций.** Угленосная формация — геологическое тело определенной мощности и протяженности, сложенное полифациальными, парагенетически связанными между собой комплексами угленосных пород [20]. Во многих случаях она является составной частью мощного комплекса осадков, отразившей наличие благоприятных условий для торфо- и углеобразования.

Современные (сохранившиеся от денудации) площади непрерывного распространения угленосных формаций колеблются

в широких пределах — от нескольких до сотен тысяч квадратных километров, мощности — от десятков метров до 10 км и более. Характер перехода подстилающих и покровных отложений к угленосным формациям постепенный при смене фациальных обстановок седиментации или резкий при длительном протекании процессов денудации стратиграфически ниже залегающих образований. Слагающие угленосные формации породы представлены углями, углистыми, глинистыми, глинисто-песчаными и песчаными разностями, часто содержащими обильные и разнообразные растительные остатки: подчиненное значение имеют галечники и конгломераты. Для угленосных формаций, образовавшихся в прибрежно-морских фациальных обстановках, характерно широкое развитие карбонатных пород, преимущественно пластов известняков; в угольных пластах некоторых месторождений содержатся крупные и мелкие конкреции доломитов, карбонатов железа и марганца, серного колчедана. С внедрением в угленосные формации интрузий связано наличие разнообразных по форме и составу магматических тел.

Соответственно составу окраска пород угленосных формаций изменяется от черной для углей и углистых пород до темно-серой при преобладании глинистых разностей и светлой, свойственной песчаным разностям. На площадях древнего выгорания углей развиты кирпично-красные «горельники», а на участках выветривания углей — осветленная почти белая «меловка».

Смена частных фациальных обстановок седиментации на площадях торфообразования обусловила преобладание негоризонтальных типов слоистости, высокую пространственную изменчивость по площади и в разрезе гранулометрического и вещественного состава пород угленосных формаций, характера и степени их угленасыщенности [20].

Характерная особенность угленосных формаций — ритмичность их строения, отражающая знак и амплитуду колебательных движений в областях углеобразования. Разрезы формаций в целом и отдельных их частей отчетливо подразделяются на крупные и мелкие интервалы (ритмы):

полные, с последовательной сменой пород от тонкозернистых (биогенных и хемогенных) углей, углистых пород, известняков — к более крупнозернистым (обломочным) — аргиллитам, песчаникам (глинам, суглинкам, супесям, пескам) и в обратной последовательности до тонкозернистых;

неполные — верхняя часть полного ритма;

срезанные — сохранившиеся от размыва нижние части полных и неполных ритмов.

Для крупных ритмов с простым строением характерна концентрация угленосности в мощных угольных пластах, для мел-

ких со сложным строением — рассеивание угленосности по разрезу и слабая его продуктивность.

Мощные угленосные формации, накапливающиеся в течение длительного времени, обычно подразделяются на серии, свиты, подсвиты, горизонты по возрастному принципу (соответственно принятому геохронологическому делению). При отсутствии четких возрастных критериев таксономическое подразделение формаций производится с учетом различий в литологическом (фациальном) составе и продуктивности ее разреза.

В некоторых мощных комплексах осадочных толщ после завершения крупного цикла углеобразования и накопления безугольных образований возобновлялось благоприятное сочетание предпосылок для нового цикла торфо- и угленакопления, которое происходило в отличных от предыдущего цикла палеогеографических, климатических и тектонических условиях. Для разобщенных во времени образования угленосных формаций, например: раннекарбоновой и средне-позднекарбоновой в Донбассе, карбон-раннепермской (балахонской), позднепермской (кольчугинской) и юрской (тарбаганской) в Кузбассе, раннекарбоновой (ашлярикско-карагандинской), среднекарбоновой (долинско-тентекской) и юрской в Карагандинском бассейне, свойственны существенные различия в характере угленосности и в вещественном составе углей (см. табл. 4).

В практике разведки и освоения угольных месторождений в некоторых случаях применяется термин «Угленосная толща», используемый для характеристики подвергающейся изучению наиболее продуктивной части разреза мощной угленосной формации, ограниченной менее угленасыщенными или безугольными частями свит (горизонтов).

**Классификации угленосных формаций.** Разнообразие пространственного распространения угленосных формаций, их мощностей, состава, характера угленосности, условий залегания и качества углей обусловило необходимость создания соответствующих классификаций, как научно-теоретической основы для разработки рациональной методики изучения угольных бассейнов и месторождений. На протяжении многих лет многочисленные исследователи разрабатывали общие и частные (по отдельным регионам) генетические и промышленно-генетические классификации угленосных формаций (угольных бассейнов и месторождений). В СССР наибольшее признание получил геотектонический принцип их построения, предложенный в 1934 г. Г. А. Ивановым. В основу группировки угленосных формаций положена связь предпосылок для углеобразования и процесса его протекания с геотектоническим режимом тех волновых прогибов земной коры, в которых образуются и изменяются эти формации. Выделенные Г. А. Ивановым основные типы геотектонических режимов (табл. 8)—геосинклинальный, платфор-

ТАБЛИЦА 8

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕНОСНЫХ ФОРМАЦИЙ [20]						
Группа	Подгруппа	Типы (по геотектоническому режиму)	Подтипы (по общему ландшафтной обстановке)	Виды (по преобладающей фациальной обстановке)	Наиболее типичные бассейны и месторождения	
Геосинклинальная	Эвгосинклинальная	Центральных зон	Межгорные	Прибрежно-морские	Нижнекарбоновые месторождения Вост. склона Урала	
		Передовых (краевых) и внутренних (?) прогибов	Предгорные и межгорные	От прибрежно-морских до прибрежно-континентальных (преимущественно лагуны)	Кузнецкий, Карагандинский, Донецкий, Пензенский и многие другие	
Промежуточная	Многоосинклинальная	Внешних прогибов	Предгорные	Прибрежно-морские и прибрежно-континентальные	Кизеловский	
		Промежуточных прогибов	Межгорные	От прибрежно-морских до внутриконтинентальных	Миусинский	
Платформенная	Древних платформ	Древних и высших, устойчивых и подвижных — активизированных прогибов (по форме синеклиз)	Равнинные и предгорные	Прибрежно-морские и прибрежно-континентальные	Подмосковный, Тулгусский, Канско-Ачинский, Днепровский	
		Молодых платформ	Межгорные	Внутриконтинентальные	Челябинский, Кузнецкий (J), Южноуральский	

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ

Основные параметры	Геосинклиальная		
	эвгеосинклиальная	передовых, внутренних и аналогичных им прогибов	миогеосинклиальная
Мощность формации, ее устойчивость	Большая и средняя (от единиц километров до сотен метров), изменяется на десятках и единицах километров	Очень большая (от единиц до десятка и более километров), уменьшаясь в субгеосинклиальной и субплатформенной зонах до сотен метров	Средняя (от сотен до десятков метров), уменьшается к периферическим частям прогибов
Характер перехода от подстилающих пород к угленосным	Резкий (стратиграфический перерыв)	Постепенный; в субплатформенной зоне — резкий	Постепенный, иногда резкий
Устойчивость разреза	Очень плохая	Хорошая	Плохая
Число пластов	До нескольких десятков, рабочих от единиц до десятков	От десятков до сотен, в субплатформенной зоне от единиц до десятков; рабочих — соответственно, от десятков до единиц	Первые десятки, рабочих — единицы
Мощность пластов	Преобладают до 1 м, увеличиваются за счет тектонических разрывов	Преобладают весьма тонкие, значительное число средней мощности, единичные очень мощные (до десятков метров)	Разнообразная, единичные мощные (5—7 м)
Выдержанность пластов	Генетически — относительно выдержанные, за счет тектонических воздействий — невыдержанные	Преобладают выдержанные и относительно выдержанные	Относительно выдержанные и невыдержанные

УГЛЕНОСНЫХ ФОРМАЦИЙ

ТАБЛИЦА 9

Промежуточная	Платформенная	
	древних платформ	молодых платформ
Средняя (от сотен до тысячи метров), изменчивость слабая	Малая (от десятков до первых сотен метров), изменчивость слабая	Различная (от десятков и сотен метров до тысячи и более), резко изменяется вкострости прогибов
Различный (постепенный, неясный, резкий)	Резкий — размыв пород фундамента или стратиграфический перерыв	Резкий — стратиграфическое и угловое несогласие
От устойчивого до малоустойчивого		Плохая
До нескольких десятков, рабочих — первые десятки	До одного-двух десятков, рабочих — единицы, редко первые десятки	От единиц до нескольких десятков (при расщеплении), рабочих — тоже
Разнообразная, от весьма тонких (до 0,7 м) до мощных (10—20 м и более)	От весьма тонких до мощных (несколько десятков метров)	От весьма тонких до мощных и сверхмощных (более 100 м) залежей
Преобладают относительно выдержанные	Преобладают невыдержанные, линзообразные	Преобладают невыдержанные, подверженные расщеплению на коротких расстояниях

Основные параметры	Геосинклинальная		
	эвгеосинклинальная	передовых, внутренних и аналогичных им прогибов	многоэосинклинальная
Метаморфизм угля	Региональный, на который часто наложен термальный. Угли от бурых до антрацитов	Отчетливо выраженный региональный метаморфизм. Угли от бурых в субплатформенной зоне, до длиннопламенных в субгеосинклинальной зоне, от Д до антрацитов в наиболее погруженных частях прогибов	Относительно метаморфизм. рок Д, ДГ, Г,
Условия залегания	Интенсивно дислоцированы — узкие линейные складки, нарушенные разнообразными по типам и амплитудам разрывами	Крупные асимметричные синклинали с зональным проявлением складчатости (от линейной и брахиформной к моноклиналям) и разрывов	Линейная и брахиформная складчатость, разрывы взбросового типа

менный и промежуточный — не обязательно указывают местоположение угленосных формаций относительно одноименных структурных элементов земной коры. В них отражены принципиальные различия в масштабе и характере колебательных движений при седиментогенезе угленосных формаций по аналогии с наиболее отчетливо проявившимися геотектоническими режимами, протекавшими в геосинклинальных областях и на платформах. В классификациях Г. А. Иванова для различных групп, подгрупп и типов угленосных формаций выделены комплексы некоторых руководящих диагностических признаков. Но многие специфические черты угленосных формаций являлись общими для выделенных подразделений и не могли использоваться для их диагностики. Дополнительно выделенные подтипы и виды формаций вообще не получили достаточно определенных признаков для их расчленения.

Этими же чертами характеризуются и более поздние генетические, структурно-генетические, тектонические [8, 17, 19, 24 и др.] классификации, различавшиеся в основном применяемой терминологией и уточнением диагностических признаков, иллюстрирующих принятые подразделения конкретных изученных бассейнов и месторождений (табл. 9). Единой общепризнанной

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ. 9

Промежуточная	Платформенная	
	древних платформ	молодых платформ
слабый региональный Угли каменные ма- (редко Ж)	Слабо выраженный региональный метаморфизм. Угли преимущественно бурые, при воздействии термального и контактового метаморфизма — каменные и антрациты	
Типичная брахискладчатость, слабая нарушенность разрывами	Горизонтальное или слабо наклонное пологоволнистое залегание, редкие сбросы	Преобладают вытянутые асимметричные брахисинклинали, осложненные различно направленными системами сбросов

генетической классификации угленосных формаций не создано. В то же время проведенное при разработке таких классификаций обобщение материалов по изученным многочисленным угольным месторождениям расширило познание общих закономерностей углеобразования, необходимых для геолого-промышленной оценки новых объектов как в границах известных бассейнов и районов, так и на слабо изученных территориях.

#### ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

В пространственном размещении угленосных формаций на земной поверхности отразилась прежде всего связь углеобразования с климатической зональностью поясного характера. Проведенные в 1937 г. акад. П. И. Степановым обобщение и анализ материалов по известным в то время угленосным площадям (бассейнам, месторождениям и углепроявлениям) отражены в его гипотезе о поясах и узлах углеобразования.

Под поясом углеобразования понимаются древние зоны земной поверхности, на территории которых в определенный период геологического времени в условиях гумидного кли-

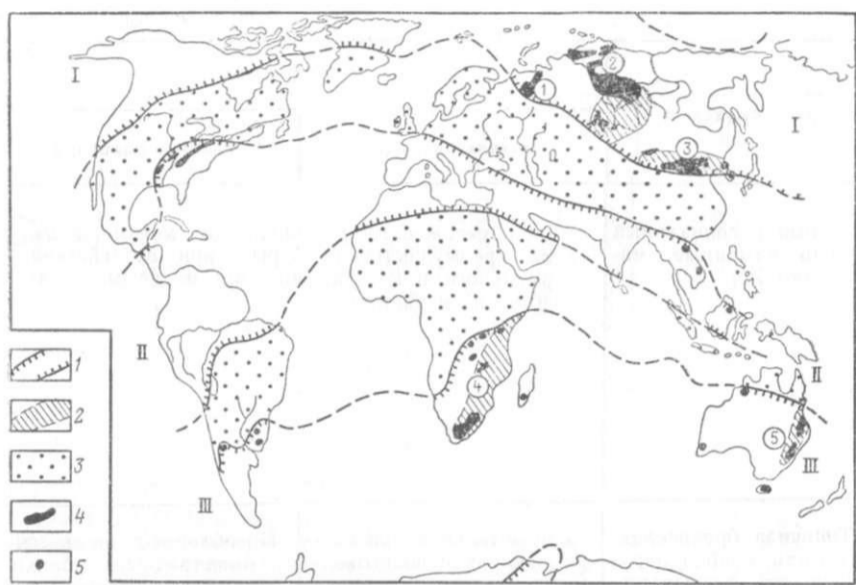


Рис. 8. Нижнепермские пояса углеобразования [7]:  
 I — пояса углеобразования: I — Северный, II — Экваториальный, III — Южный; 2 — узлы углеобразования (цифры в кружках): 1 — Печорский, 2 — Тунгусский, 3 — Катазийский, 4 — Южноафриканский; 3 — аридные зоны; 4 — угольные бассейны; 5 — месторождения

мата происходило наиболее обильное накопление угленосных отложений и угольной массы. Эти пояса имеют вид широких полос (рис. 8) субширотного (карбоновые, юрские) или меридионального (пермские, меловые) простирания, либо изометричных обширных ареалов, контуры которых контролировались распространением зон гумидного и аридного климата.

Наиболее четкое ограничение поясов углеобразования характерно для экваториальных поясов северного полушария — основной материковой части земного шара. В пределах этих поясов длительно и устойчиво господствовал влажный и теплый (или жаркий) гумидный климат, обусловивший пышный расцвет флоры с преобладанием в карбоне и перми крупных хвощевых (каламиты) и плауновых (лепидофитов) форм. В северных поясах, включающих угленосные провинции раннекарбонового возраста в Сев. Казахстане, пермского, мезозойского и палеогенового в районах Сибири и Тихоокеанского побережья, торфонакопление и углеобразование происходило в условиях умеренно гумидного и холодного климата; контуры поясов углеобразования более расплывчаты. Большая часть южного полушария покрыта океаническими водами и закономерности палеоклиматических условий углеобразования слабо

изучены. Южные пояса, выделенные для пермского времени, включают угленосные провинции этого возраста, известные в Австралии, южных частях Азии, Африки и Америки — останцах гипотетического материка Гондвана. По современным представлениям климат эпохи гондванского (пермского) торфообразования был также умеренно-гумидный и холодный. Гондванская флора отличалась своеобразием растительных сообществ, выразившемся в обилии глоссоптероидных форм и слабом развитии каламитов и лепидофитов. В южных поясах более поздних геологических периодов отмечается относительно слабое углеобразование в среднем и позднем мезозое и более масштабное в палеогене и неогене на территориях Австралии, Новой Зеландии и Южной Америки.

В аридных зонах торфяники с богатой тропической флорой получали развитие лишь на ограниченных площадях — в поймах и дельтах рек — крупных транзитных водотоков.

На территории СССР с учетом положений теории о поясах углеобразования рядом исследователей [30] выделялись угленосные провинции — обширные сплошные или прерывистые площади, на которых при длительном сочетании благоприятных фитогеологических и тектонических предпосылок протекало разновозрастное углеобразование (например, Донецкая, Московско-Уральская, Печорская, Казахстанская — верхнепалеозойские, Восточно-Уральская, Средне-Азиатская — нижнемезозойские. Забайкальская, Ленская, Приморская — верхнемезозойские провинции). Углеобразование во времени смещалось с запада на восток — от каменноугольного на большей части Европейской части СССР, Урале, Центральном Казахстане, к пермскому в приполярном Урале и на территории западной и восточной Сибири, юрскому, меловому и палеоген — неогеновому в Якутии и восточных районах СССР. Широкий пояс юрского углеобразования протягивается через Закавказье, Среднюю Азию, Казахстан, южные районы Сибири (до Западного Забайкалья), сменяясь далее крупномасштабным углеобразованием мелового возраста. Палеоген — неогеновое углеобразование, широко проявившееся в восточных районах СССР, происходило с различной масштабностью почти во всех крупных регионах территории СССР.

В контурах поясов углеобразования П. И. Степановым и другими исследователями выделены узлы углеобразования — разобщенные наиболее угленасыщенные площади и участки (угольные бассейны, крупные обособленные месторождения), в которых сосредоточивалась основная масса запасов углей определенного геологического возраста. Их местонахождение, размеры, характер и степень угленасыщенности контролировались в основном геотектоническими режимами образования угленосных формаций. На территории СССР П. И. Степановым

Древние платформы	Перикратонные прогибы		Авлакогены
	Окраины крупных синеклиз, прогибов, склоны антеклиз, щитов		
Складчатые геосинклинальные пояса	Крупные впадины с флексурами по краям (амфиклизы)		Грабен-синклинали, мульды, вулканоплатформенные впадины в эпиплатформенных орогенных областях
	Компенсационные мульды в солянокупольных областях		
	Впадины на щитах		
	Окраинные части крупных прогибов — синеклиз на плитах		
Молодые платформы (чехол)	Небольшие плиты — синеклизы ореди выступов фундамента		Грабен-синклинали под чехлом и на выступах
	Мульды на палеозойских орогенных впадинах		
Орогенные области	Линейные прогибы унаследованные	Межгорные прогибы	Грабен-синклинали на горных массивах
	Наложённые мульды	Краевые прогибы	
	Грабен-синклинали на горных массивах		
Геосинклинальные области	Окраинные части геосинклинальных прогибов		Срединные массивы (чехол)
	Геоантиклинальные поднятия	Склоны	
	Грабены на сводах		

Рис. 9. Типы структур, вмещающих угленосные формации [19]

выделены: турнейско-визейский (Карагандинский, Экибастузский бассейны), вестфальско-стефанский (Донбасс), пермский (Кузнецкий, Тунгусский бассейны) и юрский (Ленский бассейн).

Последующие геологические исследования существенно уточнили и расширили положения, высказанные П. И. Степановым. Благоприятными для промышленного углеобразования внутри зон гумидного климата (поясов углеобразования) являются самые разнообразные по генезису тектонические структуры, формировавшиеся с девона до неогена включительно (рис. 9). Геотектонический режим седиментогенеза угленосных формаций в различных типах этих структур определил особенности их состава и строения, масштаб и характер угленосности, метаморфизм углей и горно-геологические условия угольных месторождений. При дальнейшей общей характеристике особенностей угленосных формаций, образование которых связано с развитием различных структур, сохранена терминология основных видов геотектонических режимов, предложенная Г. А. Ивановым с уточнениями М. В. Муратова, В. М. Цейслера [19], автора [17].

Крупномасштабное углеобразование связано с геосинклинальными угленосными формациями, образование которых связано с развитием:

унаследованных прогибов, заложившихся в ходе эпиплатформенного орогенеза в складчатом основании каледонид Саяно-Алтайской области (Кузнецкий, Горловский бассейны)

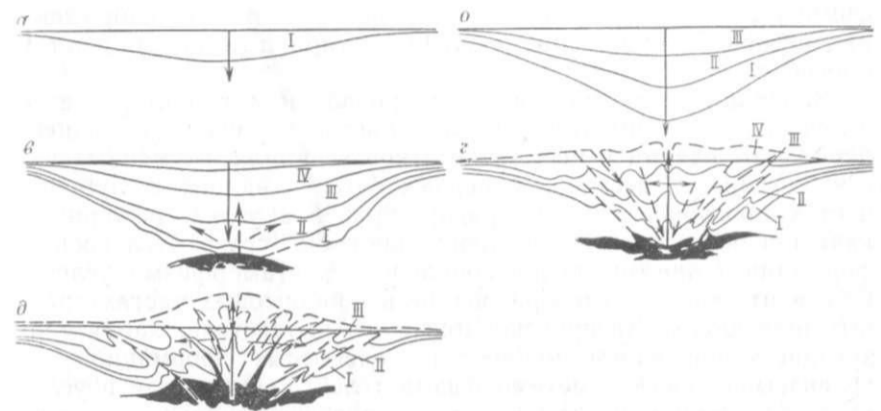


Рис. 10. Схема развития крупного прогиба, выполненного угленосными формациями [20]:

а, б, в, г — последовательные стадии развития прогиба (сплошные стрелки указывают преобладающее направление движения в различных стадиях); I, II, III, IV — слои осадочных толщ (пунктиром — эродированные после инверсии геотектонического режима). Черным цветом показаны магматические очаги и апофизы интрузивных тел

и Центрального Казахстана (Карагандинский бассейн и более мелкие останцы — месторождения: Самарское, Завьяловское, Борлы, Куучекинское и др.);

краевых прогибов пригеосинклинальных областей (Печорский, Якутский, Таймырский и др.);

крупного Днепровско-Донецкого авлакогена в южной части Русской платформы (складчатый Донбасс).

Эти и аналогичные им глубокие (до 10 км и более) прогибы, испытавшие инверсию геотектонического режима развития с выводом к дневной поверхности глубоко залежавших частей разреза, выполняющих их осадочных (в том числе угленосных) пород (рис. 10), в современном плане представляют собой крупные синклинии зонального строения. Зональность тектоники выразилась в последовательном переходе от почти горизонтального пологоволнистого залегания осадочных толщ (угленосных формаций) в приплатформенных шлейфах краевых прогибов и авлакогенов к моноклиальному в прибортовых, наименее погружавшихся частях прогибов, сменяющегося широкой полосой развития гребневидных и коробчатых (преимущественно брахиформных) складок в центральных и затем — относительно узкими зонами линейной складчатости в испытавших наибольшее погружение пригеосинклинальных (Печорский бассейн), приразломных (Кузбасс) или центральных частях (Донбасс) прогибов. В этом же направлении нарастает интенсивность проявления разрывной тектоники с изменением характера нарушений — от преимущественного сбросового в приплат-

форменных частях к взбросовой в центральных и взбросово-надвиговой в пригеосинклинальных (приразломных) частях прогибов.

Зональным пространственным проявлением характеризуется угленосность — нарастание числа пластов за счет их расщепления — от единиц и первых десятков в приплатформенных частях до многих десятков и первых сотен в наиболее глубоких частях прогибов, а также распространение углей различного качества на современном денудационном срезе угленосных формаций (горизонтальная зональность метаморфизма углей). Седиментогенез и углеобразование в прибортовых частях краевых прогибов и Днепровско-Донецкого авлакогена, характеризующиеся снижением мощностей угленосных формаций, их угленасыщенности и метаморфизма углей, происходили в условиях субгеосинклинального и субплатформенного режима. В унаследованных прогибах каледонид площади с такими условиями отсутствуют.

Угленосные формации, известные в собственно геосинклинальных областях, имеют весьма ограниченное практическое значение. Сформировавшиеся в локальных узких депрессиях на геодантиклинальных поднятиях (нижнекарбоновые месторождения восточного склона Урала, нижнеюрские — на Сев. Кавказе) или в миогеосинклинальных зонах передовых (краевых) прогибов они подверглись интенсивному линейному складкообразованию, воздействию магматизма и сильному разрушению.

Платформенный режим получил наиболее четкое выражение при образовании угленосных формаций в осадочном чехле древней Русской платформы на территории обширной Московско-Уральской угленосной провинции. На склонах поднятий и крыльях крупных синеклиз сформировались разобщенные крупные и мелкие месторождения Подмосковного бассейна, Камской, Ульяновско-Саратовской, Белгород-Обоянской угленосных площадей и захваченного внешней зоной Предуральского краевого прогиба Кизеловского бассейна. Маломощная угленосная формация (десятки, первые сотни метров) содержит единичные линзовидные пласты бурого при глубоком залегании (Камская площадь) длиннопламенного угля с ненарушенным, почти горизонтальным залеганием. Исключение составляет Кизеловский бассейн, где воздействие эпиплатформенного орогенеза сопровождалось погружением углей на значительные глубины (и соответственно их метаморфизмом до каменноугольной стадии), а также интенсивным складкообразованием линейного характера. Маломощные платформенные формации развиты в многочисленных разобщенных эрозионно-тектонических впадинах на склонах Украинского кристаллического щита (Днепровский бассейн), а также в компенсационных впадинах областей проявления соляной тектоники в Башкирском Предуралье

(Южно-Уральский бассейн), Прикаспии (Урало-Каспийский бассейн) и в Днепровско-Припятской впадине (Ново-Дмитровское, Житковичское месторождения) с единичными, почти горизонтально залегающими мощными линзовидными залежами бурого угля.

Платформенный режим образования угленосных формаций характерен для многих месторождений бурого угля, известных в окраинных частях древней Сибирской (Капская часть Канско-Ачинского, северо-восточная часть Иркутского, приплатформенная часть Ленского бассейнов), в южных районах молодых Урало-Сибирской (Чулымо-Енисейская часть Канско-Ачинского бассейна) и Дунбейской (Нижне-Зейский бассейн) платформ, в Средней Азии. Для большей их части характерны слабая дислоцированность угленосных формаций, наличие в их разрезе мощных (десятки метров) пластообразных угольных залежей, низкая степень метаморфизма углей, обычно не выходящая за рамки буроугольной стадии. Но значительная часть среднеазиатских месторождений в ходе последующего эпиплатформенного орогенеза подверглась складкообразованию и повышенному воздействию метаморфизма углей (до V—VI стадий). Расколы и глыбовые смещения фундамента на основной площади Сибирской платформы обусловили накопление в наиболее погруженных ее частях мощных (от нескольких сотен до 1800 м) угленосных формаций с многочисленными угольными пластами, мощность единичных из них в локальных впадинах достигает 10 м и более, что соответствует промежуточному геотектоническому режиму. Наложение на региональный метаморфизм воздействие термального метаморфизма привело к сложному характеру изменчивости марочного состава углей в диапазоне от каменных длиннопламенных до антрацитов и графитов.

Наиболее характерные черты промежуточного режима хорошо выражены в угленосных формациях, сохранившихся в крупных, но, по-видимому, не испытавших глубокого погружения (не более первых единиц километров) орогенных наложенных мульдах, залеженных на складчатом основании каледонид и байкалид Сев. Казахстана и Присяянья (Экибастузский, Минусинский бассейны). Угленосные формации этих бассейнов представлены чередованием мощных безугольных и продуктивных свит. В последних содержатся десятки рабочих пластов сложного строения, преобладающая мощность 1—3 м, единичных 10—17 м, в Экибастузском бассейне — уникальные по мощности (до 90 м) сложно построенные аргиллито-угольные залежи. Метаморфизм углей в связи с относительно неглубоким погружением ограничен I—II (реже III—IV) стадиями, дислоцированность угленосных формаций слабая.

Благоприятны для углеобразования структуры:

крупные и мелкие линейные грабены и впадины, сформиро-

вавшиеся на молодых платформах перед повсеместным накоплением осадочного чехла (Челябинский, Тургайский бассейны);

относительно небольшие по размерам грабен-синклинали и впадины, заложение которых в ходе эпиплатформенного орогена значительно оторвано во времени от завершения геосинклинального развития областей их нахождения (месторождения Забайкалья, Приморья, Северо-Востока СССР);

окраинные (предгорные) части древних платформ (юго-восточной части Иркутского, Канско-Ачинского (Саяно-Партизанское месторождение) бассейнов, срединных массивов (Закавказье, Хапкайский массив и др.);

наложенные впадины на складчатом основании позднепалеозойских орогенных структур (юрские месторождения Кузнецкого, Карагандинского бассейнов, Майкюбенский, Улугхемский бассейны и др.).

Угленосные формации в указанных структурах обычно слагают крупные и мелкие, изометричные и вытянутые, симметричные и асимметричные брахисинклинали, часто ограниченные крупными разломами и в различной степени пораженные разрывными нарушениями. В линейных грабенах сеть разнонаправленных систем разрывов, обусловленных блоковыми подвижками фундамента, создает мелкоблочную структуру залегания угленосных отложений. Для многих месторождений характерно наличие мощных угольных залежей (десятки до первых сотен метров), интенсивно расщепляющихся в направлении наибольшего прогибания структур и к периферическим частям. Угли преимущественно плотные бурые и слабометаморфизованные каменные.

#### МИРОВЫЕ РЕСУРСЫ УГЛЯ

Различия в сочетании палеоклиматических, палеогеографических и геотектонических предпосылок и условиях углеобразования отразились в пространственном размещении ископаемых углей. Проводимые оценки выявленных и прогнозируемых ресурсов углей естественно учитывают какую-то ограниченную долю захороненной в недрах земли и преобразованной растительной массы. Подъем континентов и денудация складчатых сооружений, перераспределение материковой и океанической частей земной коры существенно отразились на сохранности угленосных формаций. Концентрация ресурсов углей в том или ином геологическом периоде и распределение их на территории современных континентов существенно скорректированы общегеологическими процессами. На результатах производимых оценок мировых ресурсов углей отражаются также неполнота геологической исследованности отдельных регионов, нацио-

ТАБЛИЦА 10

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧТЕННЫХ МИРОВЫХ ЗАПАСОВ И РЕСУРСОВ УГЛЯ ПО ВОЗРАСТУ УГЛЕОБРАЗОВАНИЯ В % ОТ ОБЩИХ [9]

Геологические периоды	Разведанные запасы	Общие ресурсы	Геологические периоды	Разведанные запасы	Общие ресурсы
Карбон	41,3	20,5	Юра	8,1	16,3
Пермь	9,3	26,8	Мел	16,8	20,5
Триас	0,3	0,1	Палеоген и неоген	23,6	15,8

нальные различия в принятых параметрах подсчета — его глубины, величины нормативов мощностей угольных пластов и качества углей и др. Но в целом обобщение результатов таких подсчетов дает достаточно объективное представление об общих закономерностях пространственного размещения основных областей углеобразования и различиях в его масштабах по геологическим периодам и континентам.

Распределение учтенных по состоянию на 1984 г. мировых разведанных запасов (1,24 трлн т) и общих (включая прогнозные оценки) геологических ресурсов угля (14,8 трлн т) по геологическим периодам приведено в табл. 10.

Основная часть угленосных формаций карбонового возраста находится в Европе, Азии и в восточных районах Сев. Америки, пермского — в Азии, Африке и Австралии, юрского — в Азии, мелового — в тяготеющих к Тихоокеанскому поясу восточных районах Азии и западных — Сев. Америки, палеоген-неогенового — на всех континентах. Триасовое углеобразование получило развитие лишь в Африке, Юго-Восточной Азии и Австралии, оно слабо проявилось в северном полушарии, где в этом периоде господствовали преимущественно аридные условия.

Наибольшая часть учтенных мировых ресурсов сосредоточена в Азии (57%) и Сев. Америке (30%); около 9% в известных месторождениях Европы. Малая доля ресурсов углей, подсчитанных на территории Африки (2%) и Южной Америки (1%), в какой-то мере является следствием слабой изученности угленосности и неполнотой оценки.

Общие ресурсы угля (включая прогнозные оценки) Советского Союза оцениваются в 5,58 трлн т, в том числе разведанные и предварительно оцененные (категории А + В + С<sub>1</sub> + С<sub>2</sub>) — 376 млрд т (1985 г.). Из зарубежных стран наиболее крупные геологические ресурсы угля (в том числе разведанные и «подтвержденные») учтены (млрд т): в США — 3600 (1569), КНР — 1465 (548), Австралийском Союзе — 783 (783), Канаде — 547 (109), Германии — 336 (178), ЮАР — 206 (112), Великобритании — 189 (163), Польше — 174 (72), Индии — 125 (53).

в опубликованных данных не учитывались ресурсы ископаемого угля на глубоких горизонтах известных месторождений, как объектов возможного освоения в весьма отдаленной перспективе, на площадях арктических архипелагов, многих слабо исследованных территорий Южной Америки, Африки и др. По гипотетическим оценкам [9] общие ресурсы угля мира до глубины 1800 м от дневной поверхности составляют не менее 30 трлн т.

#### ГЛАВА 4 ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА УГЛЯ И МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Для установления возможных и наиболее рациональных направлений использования углей определяются многочисленные показатели их качества, номенклатура которых, правила отбора и обработки проб, методы их испытаний, анализа и измерений установлены в СССР соответствующими стандартами: государственными (ГОСТ), республиканскими (РСТ), отраслевыми (ОСТ), предприятий (СТП). Постоянной комиссией СЭВ по стандартизации (СТ СЭВ) и Международной организацией по стандартизации (ИСО) разрабатывались международные стандарты (в том числе и на методы испытания углей), обеспечивавшие сотрудничество входящих в эти организации стран в областях товарообмена и учета данных мирового технического прогресса.

#### ХАРАКТЕР ИССЛЕДОВАНИЙ КАЧЕСТВА УГЛЯ И ФОРМЫ ВЫРАЖЕНИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Качество угля изучается в условиях естественного его залегаания, в добытой и отгружаемой товарной продукции, а также при поступлении на углеперерабатывающие и углепотребляющие предприятия.

В естественном состоянии изучаются петрографический состав и физические свойства угля. Определение вещественного, химического состава и технологических свойств угля производятся по результатам химических реакций, термического и иных воздействий, моделирующих процессы его переработки; совокупность различных показателей и методов их определения объединяются в понятиях: технический, элементный, групповой анализы и др.

Все показатели состава и свойств угля и их качественные характеристики имеют условные обозначения в виде буквенных символов, которые сопровождаются буквенными индексами. Нижний индекс дополняет характеристику соответствующего (выраженного символом) показателя, например: массовой доли влаги угля  $W$ : общей внешней  $W_t$ , гидратной  $W_h$  и т. п. Верхний индекс указывает состояние угля, к которому относится показатель.

Анализируемые состояния угля:  
рабочее (индекс  $g$ ) с общей влагой и зольностью, с которыми он добывается, отгружается или используется;  
аналитическое (индекс  $a$ ), характеризуемое подготовкой пробы угля, в которую включается размол с крупностью зерен менее 0,2 мм (или другими размерами, предписанными специальными методами анализа), и приведением ее в равновесие с условиями лабораторного помещения;  
сухое (индекс  $d$ )—без содержания общей влаги (кроме гидратной).

Условные состояния угля:  
сухое беззольное (индекс  $daf$ ) с исключением общей влаги и зольности;  
влажное беззольное (индекс  $af$ ) с исключением зольности, но с учетом влажности (влагоемкости);  
органической массы угля (индекс  $o$ ) с исключением влаги и минеральной массы.

Результаты анализа угля пересчитываются на различное его состояние по формулам, приведенным в табл. 11.

Номенклатура и условные обозначения основных показателей качества угля, используемых в СССР при разработке классификационных и потребительских стандартов (технических условий), а также при оценке уровня качества и характеристике топлив приведены в табл. 12.

#### ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ УГЛЯ В ЕСТЕСТВЕННОМ СОСТОЯНИИ

**Петрографический состав.** В каждом рабочем пласте макроскопически выделяются литотипы угля и определяется усредненный микрокомпонентный состав выделенных литотипов и пласта в целом. Содержание микрокомпонентов устанавливается подсчетом на отполированной поверхности аншлиф-брикетов точечным методом по равномерной сетке наблюдений (не менее 400) в два этапа. На первом этапе производится подсчет (в воздушной среде) содержания органических мацералов (суммарно) и минеральных компонентов (с подразделением на различные составляющие: глинистое вещество, сульфиды железа, карбонаты и др.). На втором этапе (с применением иммерсион-

ФОРМУЛЫ ДЛЯ ПЕРЕСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА УГЛЯ

ТАБЛИЦА 11

Состояние угля, символ	Пересчет на состояние угля				
	рабочее, $r$	аналитическое, $a$	сухое, $d$	сухое беззольное, $daf$	органическая масса, $o$
Рабочее, $r$	—	$\frac{100 - W^a}{100 - W_t^r}$	$\frac{100}{100 - W_t^r}$	$\frac{100}{100 - (W_t^r + A^r)}$	$\frac{100}{100 - (W_t^r + M^r)}$
Аналитическое, $a$	$\frac{100 - W_t^r}{100 - W^a}$	—	$\frac{100}{100 - W^a}$	$\frac{100}{100 - (W^a + A^a)}$	$\frac{100}{100 - (W^a + M^a)}$
Сухое, $d$	$\frac{100 - W_t^r}{100}$	$\frac{100 - W^a}{100}$	—	$\frac{100}{100 - A^d}$	$\frac{100}{100 - M^d}$
Сухое беззольное, $daf$	$\frac{100 - (W_t^r + A^r)}{100}$	$\frac{100 - (W^a + A^a)}{100}$	$\frac{100 - A^d}{100}$	—	$\frac{100 - A^d}{100 - M^d}$
Органическая масса, $o$	$\frac{100 - (W_t^r + M^r)}{100}$	$\frac{100 - (W^a + M^a)}{100}$	$\frac{100 - M^d}{100}$	$\frac{100 - M^d}{100 - A^d}$	—

Показатели	Символ	ГОСТ, регламент- тирующий метод определения	Показатель, нормир- емый на состояние топлива
Петрографический состав: плотных блестящих бурых, каменных углей и антрацитов землистых и плотных матовых бурых углей Показатели отражения витринита в иммерсии, % в воздухе, усл. ед. Показатель анизотропии отражения витринита в антраците, %	— — — R Ro Ra Ar	9414—74 12112—78 12113—83	— — —
Содержание влаги, %	W	27314—87	$W_t^r$ , $W^{ex}$ , $W_h$
Зольность, %	A	11022—75 10538—87	$A^d$
Химический состав золы Плавокость зола—температура, $t^{\circ}C$ : спекания начала деформации плавления жидкотекучего состояния	$t_s$ $t_A$ $t_B$ $t_C$	2057—82	$t_C$
Обогащенность каменных углей и антрацитов	T	10100—84	Категории (по T)
Содержание серы и ее разновидности, %	S	8606—72	$S_t^d$
Содержание фосфора, %	P	1932—82	$P^d$
Выход летучих веществ, %	V	6382—80	$V^{daf}$
Объемный выход летучих веществ, $cm^3/g$	$V_v$	7303—77	$V_v^{daf}$
Элементный состав: содержание углерода, %	C	6389—81	$C^{daf}$
водорода, %	H		$H^{daf}$
кислорода, %	O		$O^{daf}$
азота, %	N		
Теплота сгорания, МДж/кг	Q	147—74	$Q^{daf}$
высшая	$Q_s$		$Q_s^{daf}$
нижняя	$Q_l$		$Q_l^{daf}$

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА УГЛЯ

ТАБЛИЦА 12

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ. 12

Показатели	Символ	ГОСТ, регламентирующий метод определения	Показатель, нормируемый на состояние топлива
Пластометрические показатели:			
толщина пластического слоя, мм	<i>y</i>	1186—87	<i>y</i>
пластометрическая усадка, мм	<i>x</i>	То же	
Спекаемость (индекс Рога)	<i>RI</i>	9318—79	<i>RI</i>
Спекаемость (по ускоренному методу)	<i>C<sub>п</sub></i>	2013—75	
Индекс свободного вспучивания	<i>SI</i>	20330—80	<i>SI</i>
Дилатометрические показатели:			
по методу Одибера—Арну	<i>a, b</i>	13324—78	
по методу ИГИ—ДМетИ	<i>П<sub>н</sub>, П<sub>в</sub>, И<sub>в</sub></i>	14056—77	
Коксуемость		9521—74	
Тип кокса (индекс) по Грей—Кингу	<i>СК</i>	16126—80	
Выход смолы полукоксования, %	<i>T<sub>СК</sub></i>	3168—66	<i>T<sub>СК</sub><sup>d</sup></i>
Выход гуминовых кислот, %	<i>(HA)<sub>t</sub></i>	9517—76	<i>(HA)<sub>t</sub><sup>d</sup></i>
Выход толуольного экстракта, %		10969—87	<i>B<sup>d</sup></i>
Содержание, %:			
германия	<i>Ge</i>	10175—75	
галлия	<i>Ga</i>	12711—77	
мышьяка	<i>As</i>	10478—75	
бериллия, бора, марганца, бария, хрома, никеля, свинца, ванадия, меди, цинка	<i>Be, B, Mn, Ba, Cr, Ni, Pb, V, Cu, Zn</i>	25694—83	
Действительная плотность, г/см <sup>3</sup>	<i>d<sub>r</sub></i>	2160—82	<i>d<sub>r</sub><sup>d</sup></i>
Кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup> , т/м <sup>3</sup>	<i>d<sub>a</sub></i>	То же	
Удельное сопротивление, Ом·м	<i>ρ</i>	4668—75	
Термическая стойкость (показатель), %	<i>ПТС</i>	7714—75	
Механическая прочность (дробимость), %	<i>X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub></i>	15490—70	

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ. 12

Показатели	Символ	ГОСТ, регламентирующий метод определения	Показатель, нормируемый на состояние топлива
Гранулометрический (ситовой) состав	<i>γ</i>	2093—82	
Размолоспособность	<i>Gr<sub>VTI</sub></i>	15489—84	

Примечание. При дальнейшем изложении во всех разделах работы для характеристики качества угля наименование основных показателей опускаются и используются их символы с индексами, дополняющими в необходимых случаях характеристику соответствующего показателя и указывающими состояние угля, к которому он относится.

ных жидкостей) подсчитывается содержание только мацералов (раздельно или по группам).

Для каждого пласта определяется среднее суммарное содержание фюзенизированных компонентов ( $\Sigma OK$ ), характеризующее общие особенности петрографического состава исследуемых углей и предопределяющее спекаемость каменных углей. Устанавливается средний показатель отражения витринита  $R_v, \%$ , по которому определяется стадия метаморфизма углей (см. табл. 7). Его вычисляют как среднее арифметическое из результатов измерений, производимых во всех мацералах группы витринита. На каждом аншлиф-брикете, изготовленном из среднеластовой пробы угля, производится от 30 до 100 измерений  $R_v$  с увеличением их числа при неоднородности витринита и повышении стадии метаморфизма.

Для антрацитов определяется показатель анизотропии отражения витринита  $A_v, \%$  — различие значений  $R_v$  в зависимости от ориентирования по отношению к напластованию. Этот показатель характеризует первичную восстановленность органического вещества антрацитов, с повышением которой средняя его величина снижается (от 70% и более до 35% и менее).

Определяются микротвердость и микрохрупкость углей путем вдавливания в микроскопические малые участки поверхности угля алмазной пирамидки при нагрузке и других условиях, регламентированных ГОСТ 21206—75. Микротвердость — число твердости Н/мм<sup>2</sup> — оценивается по данным не менее 30 измерений длин диагоналей отпечатков, оставшихся после снятия нагрузки на пирамидку. Микрохрупкость устанавливается по процентному отношению числа отпечатков с трещинами и сколами к общему их числу.

#### ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЯ

**Гранулометрический состав** — количественная характеристика угля по размеру кусков — нормируется для всех направлений использования. Разделение угля на классы крупности

ТАБЛИЦА 13  
КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕЙ ПО РАЗМЕРУ КУСКОВ  
(ГОСТ 19242—73)

Классы	Условное обозначение	Пределы крупности кусков, мм	
		нижний	верхний
<b>Сортовые</b>			
Плитный	П	100 (80)	200; 300
Крупный	К	50 (40)	100 (80)
Орех	О	25 (20)	50 (40)
Мелкий	М	13 (10)	25 (20)
Семечко	С	6 (5; 8)	33 (10)
Штыб	Ш	0	6 (5; 8)
<b>Совмещенные и отсевы</b>			
Крупный с плитным	ПК	50 (40)	200; 300
Орех с крупным	КО	25 (20)	100 (80)
Мелкий с орехом	ОМ	13 (10)	50 (40)
Семечко с мелким	МС	6 (5; 8)	25 (20)
Семечко со штыбом	СШ	0	13 (10)
Мелкий с семечком и штыбом	МСШ	0	25 (20)
Орех с мелким семечком и штыбом	ОМСШ	0	50 (40)
Рядовой	Р	0	200; 300

(табл. 13) производится путем его сортировки (грохочения) на ситах с отверстиями соответствующих размеров. В скобках указаны допустимые изменения размеров кусков в классах. Верхний предел крупности плитного класса 300 мм распространяется только на уголь, добытый открытым способом. Условные обозначения класса присоединяются к символу марки угля, например: БК—бурый крупный, АСШ—антрацит семечко со штыбом и т.п.

Угли классов с нижним пределом крупности кусков более нуля относятся к сортовым, с нижним пределом, равным нулю—к отсевам. В основных сортовых классах (П, К, О, М, С) отношение между предельными размерами крупности кусков составляет 1:2, в совмещенных (ПК, КО и др.) не превышает 1:4. Содержащиеся в том или ином классе угля куски с размерами ниже установленного нижнего предела, а также размером менее 6 мм в рядовом угле называются мелочью. Ее допустимое содержание в грохоченных и рядовых углях нормируется потребительскими стандартами.

**Механическая прочность**—способность угля сохранять размеры кусков при ударах и истирании. Изучается для углей, предназначенных к использованию для газификации, получения термоантрацитов, в электродном и литейном производствах,

а также для сжигания в топках судов речного флота. Определяется путем разрушения углей во вращающихся (большом или малом) барабанах в соответствии с установленными стандартом условиями. Показатель (индекс) механической прочности—остаток (в процентах) массы кусков определенной крупности от массы испытуемой пробы после испытания дробимости угля во вращающемся барабане.

Механическая прочность устанавливается также методом толчения—дробления пробы угля гирей, сбрасываемой с постоянной высоты, и последующего определения объема образующейся мелочи (размером менее 0,5 мм).

Для углей, предназначенных к сжиганию в пылевидном состоянии, определяется коэффициент размолоспособности, характеризующий сопротивляемость размолу и затраты энергии на измельчение. По наиболее распространенному в СССР методу ВТИ эталонным считается топливо, из которого после размола воздушно-сухой пробы в шаровой барабанной мельнице суммарный выход материала крупностью более 90 мкм ( $R_{90}$ ) составляет 69,2%. Коэффициент размолоспособности испытуемого угля рассчитывается по формуле:

$$Gr_{ВТИ} = 2,32 \left( \ln \frac{100}{R_{90}} \right)^{0,89}$$

**Термическая стойкость**—механическая прочность угля в кусках после термической обработки—изучается для углей, предназначенных для сжигания в топках транспортных средств, полукоксования, гидрирования и получения линейных электродных термоантрацитов. Устанавливается путем нагревания пробы угля (антрацита) в муфеле при температуре 900±25 °С, испытания в барабане на дробимость и последующего определения содержания классов по крупности кусков. Показатель (индекс) термической стойкости—выход класса более 13 мм в процентах от массы пробы.

**Электрические свойства.** На низких стадиях метаморфизма угли можно сравнить с диэлектриками, на средних—с полупроводниками, на высоких (антрациты)—с проводниками. Удельное электрическое сопротивление ( $\rho$ , Ом·м) колеблется в пределах: бурых углей 10—200, каменных 10<sup>2</sup>—10<sup>6</sup>, антрацитов 10<sup>3</sup>—10<sup>7</sup>. Этот показатель нормируется для антрацитов, используемых в производстве термоантрацита.

**Плотность угля.** В естественном состоянии и извлеченный из недр уголь обычно разбит трещинами и включает поры (пустоты) различной формы и размеров. Объем пор и трещин единицы массы или объема угля, представленных порами и трещинами, сообщающимися с внешней средой, называют открытой, а не сообщающимися с внешней средой закрытой пористостью. Различают плотности: действительную

ТАБЛИЦА 14  
ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТИ УГЛЕЙ С ПОВЫШЕНИЕМ СТЕПЕНИ МЕТАМОРФИЗМА [1]

Типы углей	$V_o^{daf}, \%$	$C_o^{daf}, \%$	$d_r, \text{г/см}^3$	Типы углей	$V_o^{daf}, \%$	$C_o^{daf}, \%$	$d_r, \text{г/см}^3$
Бурые	64	62	1,46		30	85	1,28
	—	65	1,45		26	87	1,27
	57	67	1,44		23	89	1,30
	50	70	1,42		15	90	1,31
	48	73	1,39		13	92	1,34
Каменные	44	75	1,37	Антрациты	7	93	1,42
	40	78	1,35		5	94	1,50
	37	80	1,33		2	95	1,80
	34	82	1,31				

( $d_r$ ) — отношение массы угля к его объему за вычетом объема пор и трещин, и кажущуюся ( $d_a$ ) — отношение массы угля к его объему, включая объем пор и трещин. Действительная плотность определяется пикнометрическим методом, кажущаяся — взвешиванием в воде и в воздухе запарафинированных (покрытых влагонепроницаемой пленкой) кусков угля.

Действительная плотность, учитывающая генетические особенности углеобразования, — наличие микротрещин и пустот, возникших из клеточных полостей растений, уплотнение исходного материала, выщелачивание органических и минеральных компонентов, их структурную перестройку при метаморфизме, подвержена значительным колебаниям. Наибольшей плотностью характеризуются мацералы группы инертинита (1,48—1,50 г/см<sup>3</sup>), наименьшей — липтинита (1,12—1,18 г/см<sup>3</sup>). В процессе метаморфизма действительная плотность вначале снижается за счет уменьшения в органическом веществе содержания кислорода, атомы которого имеют большую (в сравнении с атомами других компонентов) массу (табл. 14). Достигая минимального значения в каменных углях IV стадии метаморфизма (при  $C_o^{daf}$  87%) она последовательно нарастает в более метаморфизованных каменных углях и антрацитах за счет уплотнения их молекулярной структуры. С увеличением содержания минеральных примесей действительная плотность повышается примерно на 0,01% с увеличением зольности угля на 1%, в высокосернистых углях (за счет пирита) на 0,06—0,01 г/см<sup>3</sup> при увеличении на 1% содержания серы ( $S_r^d$ ).

Кажущаяся плотность угля всегда ниже его действительной. Различия в их величинах максимальные для мягких бурых углей (0,3—0,7 г/см<sup>3</sup>) и минимальные (0,1 г/см<sup>3</sup>) для антрацитов. Кажущаяся плотность — один из основных пара-

метров подсчета запасов угля в недрах и учета размеров его добычи.

При добыче уголь образует сыпучую массу из крупных и мелких кусков и мелочи, которая характеризуется насыпной плотностью — отношением массы свеженасыпанного угля к его объему, определяемому в установленных условиях заполнения мерных емкостей — вагонеток, железнодорожных вагонов, кузовов грузовых автомашин или специальных мерных ящиков.

При определении значений всех видов плотностей обязательно параллельное определение влажности и зольности угля испытуемых проб, позволяющее внести необходимые поправки для подлежащих оценке запасов, извлеченных из недр, или в массиве.

#### ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

Включает определения содержания в органической массе основных элементов: углерода, водорода, азота, кислорода и органической серы. Углерод, водород и кислород содержатся также в минеральной части углей, входят в состав карбонатов, оксидов, а также содержатся в гидратной воде силикатов. Соответственно различают содержание этих элементов: общее ( $C_t, H_t$  и  $O_t$ ), в органической массе ( $C_o, H_o$  и  $O_o$ ) и в минеральной части углей ( $C_m, H_m$  и  $O_m$ ).

Установленные зависимости количественной характеристики состава органического вещества угля от особенностей протекания процесса углеобразования и тесная взаимосвязь ее с физическими и технологическими свойствами углей используются для предварительных расчетов некоторых показателей их качества — теплоты сгорания, теоретической температуры горения, выхода и состава продуктов сжигания и термического разложения. Элементный состав органического вещества учитывается также при разработке генетических и промышленных классификаций углей.

#### ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Объединяет определения основных показателей качества угля, предусмотренных техническими требованиями для всех видов их использования: влажности, зольности, содержания серы, в необходимых случаях фосфора, выхода летучих веществ и теплоты сгорания. В случаях, когда направление использования углей конкретного месторождения определено в достаточной степени, производится сокращенный технический анализ, включающий определения только зольности углей, влажности и выхода летучих веществ.

О ' ; ; ' :

**Влажность угля.** Добытый уголь теряет на воздухе свободную влагу, находящуюся на внешней поверхности кусков и зерен (измельченных при добыче частиц). Эта стекающая (или высыхающая) при хранении и транспортировке углей влага называется поверхностной (влажностью смачивания). Из подвергающихся исследованиям проб угля она удаляется: из каменных углей и антрацитов — высушиванием на воздухе, из бурых — отжатием под прессом или контактом с гранулированным силикогелем.

Оставшаяся (после удаления поверхностной) влага в полном насыщенном водой куске угля характеризует влагосодержание угля, свойственное его химической природе, петрографическому составу и степени углекислотности, — максимальную влажность  $W_{max}$ .

В соответствии с принятыми методами анализов в углях определяются:

внешняя влага  $W_{ex}$ , удаляемая при доведении угля до воздушно-сухого состояния;

влага воздушно-сухого угля  $W_h$ , остающаяся в углях после доведения его до воздушно-сухого состояния.

Внешняя влага представлена свободной влагой на внешних поверхностях кусков и зерен угля и удерживаемой капиллярными силами в открытых трещинах и порах. Повышение  $W_{ex}$  до 5% и более обуславливает смерзаемость углей, слеживаемость его в бункерах, слипание угольной мелочи. Определение  $W_{ex}$  производится подсушиванием измельченного угля до постоянной массы при температуре и влажности лаборатории или в сушильных шкафах при  $t=40^\circ\text{C}$  для бурых и  $t=50^\circ\text{C}$  для каменных углей.

Влага воздушно-сухого угля в основном представлена адсорбционно-связанной водой и характеризует пористость и гидрофильные свойства поверхности частиц угля. Значения ее снижаются от 10—13% в мягких бурых углях до 6—10% в плотных бурых, до 4,5—5% в слабометаморфизованных и до 1—1,5 в средне- и сильно метаморфизованных каменных углях и вновь возрастают до 3—5% в антрацитах. Определение  $W_h$  производится подсушиванием пробы воздушно-сухого угля при  $t=105\text{—}110^\circ\text{C}$  (при ускоренном методе при  $t=160\pm 5^\circ\text{C}$ ). Адекватный, но более стабильный показатель — гигроскопичная влага  $W_{ги}$  определяется по воздушно-сухой аналитической пробе угля, доведенной до равновесного состояния с окружающей средой при относительной влажности воздуха  $60\pm 20\%$  и температуре  $20\pm 5^\circ\text{C}$ .

Суммарная величина внешней влаги и влаги воздушно-сухого топлива составляет общую влажность углей  $W_t$  (рис. 11). Вода, содержащаяся в органическом веществе угля и в кристаллизационных решетках неорганических минералов, при

Связь с углем	Виды влаги	Определяемые показатели	
Внешние поверхности кусков и зерен	Поверхностная (смачивания)	Внешняя $W_{ex}$	
Трещины и поры	Общая: свободная и связанная	$W_t^r$ ( $W_{max}$ )	Воздушно-сухого угля $W_h$
Минеральные примеси	Гидратная		
Органическое вещество	Пирогенетическая	$W_{sK}$	

Рис. 11. Виды влаги в угле

температурах, в которых определяются общая влага и ее составляющие, не удаляется и в расчетах значений  $W_t$  ( $W_{ex}$  и  $W_h$ ) не участвует. Эта вода удаляется в процессах термического разложения углей (при коксовании, полукоксовании, прокаливании) и учитывается как пирогенетическая  $W_{sK}$  и гидратная  $W_M$  влаги. Содержание  $W_M$  в углях колеблется в пределах 3—18%.

Общая влага в расчете на рабочее состояние угля  $W_t^r$  — один из основных показателей его качества. Массовая доля ее снижается с повышением степени метаморфизма углей от 60% и более в мягких бурых углях, от 40 до 17% в плотных бурых от 16 до 3—5% в каменных; в антрацитах колеблется в пределах 4—6%. В неокисленных каменных углях и антрацитах значения  $W_t^r$  близки к величинам  $W_{max}$  и результаты определения этих показателей взаимозаменяемы. В окисленных каменных и в бурых углях величины  $W_t^r$  и  $W_{max}$  могут иметь существенные отличия. В частности такие различия зависят от содержания в углях минеральных примесей. Установлено, что с повышением зольности бурых углей значения  $W_t^r$  снижаются по линейной зависимости. Корректировку данных определения  $W_t^r$  предлагается В. В. Становым производить по формуле:

$$W_t^{r15} = W_t^r + a(A^d - 15),$$

где  $W_t^{r15}$  — значения рабочей влаги в углях с  $A^d$ , приведенной к 15%,  $a$  — поправочные коэффициенты для углей с  $A^d$  более 15%, значения которых определены для углей Днепровского бассейна — 0,30, Южно-Уральского — 0,23, Подмосковного — 0,25, Челябинского — 0,16, месторождений Серовского района: Богословского — 0,12, Волчанского — 0,33, Приморья — 0,33. В некоторых промышленных классификациях бурых углей для исключения влияния зольности углей на их влажность, использу-

ются расчетные величины естественной влажности беззольного угля  $W^e$ , определяемые пересчетом по формуле:

$$W^e = W^r \frac{100}{100 - A^r}$$

Повышенная влажность углей снижает тепловой эффект их сжигания, удорожает (как балласт) стоимость транспортировки, осложняет технологию подготовки к использованию и процессы переработки. Мягкие бурые угли, характеризующиеся высокой влажностью, подвергаются формованию в брикеты с последующей подсушкой. Брикетирование этих углей производится без связующих веществ. Угли предварительно дробятся до крупности 0—6 мм и подсушиваются до оптимальной влажности 15—20%, прессуются под давлением 100—250 МПа. Брикеты имеют обычно форму параллелепипеда, масса брикета 300—600 г. Используются для коммунально-бытовых нужд, а изготовленные из углей с высоким выходом  $T_{СК}^{daf}$  — для полукоксования.

Брикетированию подвергаются также мелочь и отходы обогащения каменных углей, антрацитовые штыбы. Оно производится с добавкой связующих веществ (каменноугольный пек, нефтяные битумы и др.) при давлениях 20—80 МПа, после предварительного додрабливания до крупности 0—6 мм и подсушки до влажности 2—4%; к мелочи тощих углей и антрацитов обычно производится присадка длиннопламенных, газовых, иногда спекающихся углей. Брикеты имеют форму кирпича массой 1—5 кг, яйца, подушки массой 30—360 г.

Пригодность углей для брикетирования оценивается по качеству получаемых опытным путем брикетов. Основные показатели качества брикетов (механическая прочность, водостойкость, самовозгораемость, удельная теплота сгорания) регламентируются государственными стандартами по углям конкретных месторождений.

**Зольность** — отношение (в %) массы неорганического остатка (зола), получаемой после полного сгорания угля, к единице массы исследованной пробы угля. В практике используются величины зольности, рассчитанные на сухое ( $A^d$ ), реже на рабочее ( $A^r$ ) состояние угля.

Стандартными методами зольность угля определяется полным его сжиганием при свободном доступе воздуха и прокаливании нелетучего остатка при  $t = (815 \pm 15)^\circ\text{C}$ . Органическое вещество угля при этом удаляется в виде диоксида углерода и воды, а минеральные примеси, подвергаясь ряду превращений, образуют золу. В процессах этих превращений преобладают реакции разложения с удалением гидратной влаги, диоксида углерода, сернистого ангидрида, хлоридов и других ве-

ществ. Соответственно зольность угля всегда меньше, чем содержание в нем минеральных примесей.

Различают внутреннюю и внешнюю зола. Внутренняя («материнская») зола образуется за счет неорганических компонентов, связанных с органической массой угля. Зольность  $A^d$  наиболее чистых разновидностей углей колеблется в пределах (в %): донецких 1,2—7,5, кузнецких 1,9—5,9, карагандинских 3,4—9,2, кизеловских 5—6,5; при повышенном тонкодисперсном распределении минеральных примесей в органическом веществе угля «материнская» зольность достигает нескольких десятков процентов и обуславливает переход углей в углистые породы. Внешняя зола образуется за счет содержащихся в угле минеральных включений, а также внутрипластовых и вмещающих пород, засоряющих уголь при добыче.

**Состав и свойства золы.** Зола состоит из продуктов окисления и обжига золообразующих компонентов угля, а также некоторого количества невыгоревших органических его компонентов (недожога). В промышленных условиях представлена шлаком или золовыми уносами.

Основные компоненты зол — оксиды Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, подчиненное значение имеют оксиды Ti, P, Mn. Выход и состав зол зависят от природы угля (условий его сжигания, прежде всего — от скорости озоления и конечной температуры прокаливания).

По составу золы подразделяются на кремнистые (с содержанием  $\epsilon \text{SiO}_2$  40—70%), **алюминистые** ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  30—45%), железистые ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 > 20\%$ ), известковистые ( $\text{CaO}$  20—40%). Пределы колебаний содержания в золах основных компонентов приведены в табл. 15.

Повышенное содержание в бурых углях высоко пластичных сильно набухающих глинистых компонентов монтмориллонитового состава (например, Бикинское, Ахалцихское месторождения) существенно затрудняет сжигание углей. В некоторых бурых и слабо метаморфизованных каменных углях (например, месторождения Тургайского бассейна, Богдановское, Новомосковское в Донбассе) содержатся повышенные концентрации

ТАБЛИЦА 15  
ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ЗОЛ УГЛЕЙ [18]

Типы зол	Пределы колебаний, %			
	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$
Кремнистые	8—30	40—70	до 20	до 20
Глиноземные	30—45	40—55	до 20	до 20
Железистые	10—20	30—55	20	до 20
Известковые	5—20	15—40	5—20	20—40

несиликатных соединений натрия. Сжигание таких (так называемых «соленых») углей сопровождается прогрессивным шлакованием поверхностей нагрева, снижением температуры получаемых при сгорании угля газов, выделяющиеся соединения хлора корродируют арматуру топок и котлов. Натрий, входящий в состав алюмосиликатов, осложняет при сжигании углей не вызывает. Повышенные концентрации в золах углей  $\text{CaO}$  характерны для бурых (Канско-Ачинский бассейн) и окисленных углей. Плавкость зол таких углей, даже при небольших значениях зольности, изменчива и осложняет технологию золоулавливания и золоудаления. Неокисленным каменным углям более свойственен преимущественно алюмосиликатный состав зол. При коксовании золообразующие элементы переходят в кокс, что вызывает необходимость введения при повышенной зольности углей дополнительного количества флюсов. Исключение составляют оксиды железа, а также магния и кальция, которые частично восполняют в доменном процессе роль (соответственно) руды и флюсов.

Плавкость зол оценивается по температурам: спекания  $t_s$ , начала деформации  $t_A$ , плавления ( $t_B$ ) и жидко-плавкого состояния ( $t_C$ ) сформированных из золы образцов при их нагревании в полувосстановительной среде и дополнительно — началом плавления в окислительной среде. По предельным значениям температуры плавления они подразделяются на легкоплавкие ( $t_C < 1200^\circ\text{C}$ ), среднесплавкие ( $1200-1350^\circ\text{C}$ ), тугоплавкие ( $1350-1500^\circ\text{C}$ ) и неплавкие ( $> 1500^\circ\text{C}$ ). Наиболее высокими температурами плавления характеризуются глиноземные и кремнистые золы, увеличение в составе зол содержания  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$  сопровождается снижением плавкости, но высококальциевые золы также обладают повышенной тугоплавкостью.

Состав зол, их плавкость и другие технологические свойства — вязкость в жидкоплавком состоянии, шлакуемость и шлакующая способность, дисперсность и абразивность влияют на процессы сжигания и переработки углей, а также на возможность использования зол в производстве строительных материалов или для извлечения из них ценных компонентов.

**Обогащение угля.** Рядовой уголь, выдаваемый на поверхность из шахт (углеразрезов), представляет собой механическую смесь кусков угля и породы, а также их сростков — кусков с тонким чередованием тонких угольных и породных слоев.

Добытый уголь в некоторых случаях отгружается потребителям в рядовом виде, но, как правило, он подвергается предварительному обогащению.

**Обогащение** — обработка добываемого угля для повышения содержания в нем горючей массы путем удаления негорючих компонентов. Различают трех- и двухпродуктовое обогащение.

При трехпродуктовом обогащении получают три продукта: концентрат, в котором содержание горючей массы более высокое, чем в исходном питании — угле, поступающем на обогащение;

промежуточный продукт — смесь органо-минеральных сростков, а также частиц угля и породы, попавшей в него в результате несовершенства разделения исходного питания;

отходы обогащения (хвосты обогащения) с содержанием негорючих компонентов более высоким, чем в исходном питании и промежуточном продукте.

Побочный продукт обогащения — шлам (уголь крупностью менее 0,5 мм) скапливается в водах углеобогатительных фабрик.

При двухпродуктовом обогащении промпродукт не получают.

Перед обогащением угли подвергаются предварительному дроблению и классификации — разделению на классы крупности. Уголь, выделенный из рядового и не подвергшийся обогащению, называется отсевом.

Методы обогащения углей: гравитационный, флотационный, электрический, магнитный, центробежный, химический.

Гравитационное обогащение основано на различии плотностей разделяемых компонентов — угля, сростков, породы. Осуществляется разделением обогащаемого угля в вертикальном пульсирующем потоке воды, воздуха (отсадка) либо в тяжелых жидкостях или суспензиях.

Флотация угля основана на различии смачиваемости частиц, обработанных флотационными реагентами, всплывании и накоплении их на поверхности пульпы. При введении в пульпу воздуха накопление частиц на ее поверхности происходит в виде трехфазной пены (пенная флотация). Разновидность этого способа — вакуумная флотация, при которой воздух, необходимый для осуществления процесса, выделяется из пульпы в результате перепада давления. При введении в пульпу масла флотируемые частицы накапливаются на ее поверхности в виде крупных агрегатов (масляная флотация).

Электрический и магнитный способы обогащения осуществляются соответственно в электрическом или магнитном поле и основаны на различии электрических (магнитных) свойств разделяемых компонентов.

Химическое обогащение основано на удалении из угля негорючих компонентов химическими способами.

Дополнительные операции при обогащении — обесшламливание, обеспыливание углей, осветление оборотной воды, обезвоживание и сушка, усреднение качества продуктов обогащения.

Основные показатели обогащения:

глубина обогащения — степень чистоты продуктов обогащения по заданным показателям качества;

предел обогащения — наименьший и наибольший размеры частиц угля, эффективно обогащаемых в обогатительной машине;

выход продуктов обогащения по отношению к массе исходного питания;

извлечение фракций по отношению к их массе в исходном питании;

потери пригодного к использованию компонента, теряемого с отходами обогащения;

эффективность обогащения — отношение фактического показателя обогащения к теоретически достижимому.

**Обогатимость** угля — способность к разделению на продукты обогащения по заданным показателям качества. Для каменных углей и антрацитов она исследуется путем обработки результатов фракционного анализа проб (ГОСТ 4790—80) — расслоения угля различных классов по крупности кусков на фракции в жидкостях различной плотности (1300—2100 кг/м<sup>3</sup>) и определения выходов и показателей качества полученных фракций. Фракции группируются по плотности (кг/м<sup>3</sup>) каменных углей; в концентрате (с  $A^d$  до 10%) ДО 1500 (вкл.), в промежуточном продукте — свыше 1500 и до 1800 (вкл.), в породе — свыше 1800; антрацитов (соответственно): до 1800 (вкл.), свыше 1800 и до 2000 (вкл.) и свыше 2000. При  $A^d > 10\%$  и плотности каменных углей до 1500 кг/м<sup>3</sup> к концентрату относят фракции плотностью до 1400 кг/м<sup>3</sup> к промежуточному продукту — свыше 1400 до 1800 кг/м<sup>3</sup> (вкл.).

Показатель обогатимости ( $T$ , %) определяют по формуле:

$$T = \frac{\gamma_1}{100 - \gamma_2} \cdot 100,$$

где  $\gamma_1$  — выход промежуточного продукта, %;  $\gamma_2$  — выход фракций породы, %.

Если к концентрату относят фракции плотностью до 1400 кг/м<sup>3</sup>, показатель обогатимости обозначают  $T^1$ .

В зависимости от значения показателя обогатимости ( $T$ , %) определяется его категория:

до 5% — 1 (легкая), свыше 5 до 10% (вкл.) — 2 (средняя), более 10 до 15% (вкл.) — 3 (трудная), свыше 15% — 4 (очень трудная).

**Сернистость углей.** Массовая доля общей серы  $S_t^d$  в углях колеблется в широких пределах (0,1—11%). В углях большинства месторождений СССР она составляет 0,5—2%, в бассейнах Донецком, Подмосковном, Кизеловском 3—6%, в Иркутском достигает 8—10% и более. По величине  $S_t^d$  (%) угли раз-

деляются на низкосернистые (до 1,5%), среднесернистые (1,5—2,5%), сернистые (2,5—4%) и высокосернистые (более 4%). Сера входит в состав органического вещества и минеральной части угля, иногда присутствует в виде элементарной. Выделяют разновидности серы: органическую  $S_o$ , сульфидную  $S_s$  (связанную в основном с дисульфидами железа) и сульфатную  $S_{so_4}$  (с сульфатами кальция, железа и других металлов). Массовая доля разновидностей серы определяется только при необходимости получения полной характеристики высокосернистых углей.

При сжигании и газификации углей большая часть содержащейся в них серы переходит в газообразные соединения, соответственно, в  $SO_2$  (с небольшой примесью  $SO_3$ ) и в  $H_2S$ . При коксовании и полукоксовании в газообразные продукты переходит меньшая часть — до 45% исходной доли общей серы. Летучая сера загрязняет и отравляет окружающую среду, корродирует поверхности аппаратуры, нелетучая сера переходит в кокс, ухудшая его качество и увеличивая его расход при выплавке чугуна. При энергетическом использовании углей на электростанциях средней мощности (до 2 млн кВт) приведенная их сернистость — массовая доля общей серы на 4186 МДж/кг низшей удельной теплоты сгорания в пересчете на рабочее состояние — не должна превышать 1%, при мощности более 2 млн кВт — 0,8%.

Для обессеривания углей используются физические и химические методы обогащения. Физические методы, основанные на разделении углей по плотности, магнитным, электростатическим, флотационным свойствам снижают массовую долю общей серы на 10—60%, в основном за счет удаления пиритной серы. Так при обогащении подмосковных углей, содержащих крупные конкреции пирита (серного колчедана), в тяжелой фракции (плотностью 2200—2400 кг/м<sup>3</sup>) массовая доля серы составляет 35—40%; ее используют как ипритный концентрат. В угольном концентрате плотностью <1800 кг/м<sup>3</sup>  $S_t^d$  снижается по сравнению с исходным углем до 60%. Углесодержащая глинистая фракция с плотностью 1800—2200 кг/м<sup>3</sup> — эффективное сырье для производства стройматериалов. В донецких углях пирит представлен преимущественно зернами размером 10—15 мкм; снижение  $S_t^d$  при обогащении угля обычными физическими методами невелико (4—22%). Более перспективны химические (перевод серы в газообразные или растворимые в водных средах продукты) методы: паровоздушная обработка, воздействие окислителей и др., а также бактериологическое выщелачивание.

Обессеривание углей — комплексная проблема, подчиненная задачам как снижения вредного влияния сернистости на технологию переработки угля, так и использования углей как крупного потенциального сырьевого источника серы.

**Содержание фосфора** в углях ( $P^d$ ) обычно не превышает 0,05%. Массовая доля его лимитируется лишь в углях, направляемых для получения специальных сортов доменного кокса (не более 0,012%), а также в антрацитах, используемых при производстве карбида кальция (до 0,05%). Определение содержания фосфора обычно производится при химическом анализе золы углей.

**Выход летучих веществ.** При нагревании угля без доступа воздуха органическая его масса разлагается с образованием газо- и парообразных продуктов (летучие вещества) и твердого нелетучего остатка. Масса (или объем) летучих продуктов, выражаемая в процентном отношении к единице массы испытуемого угля в определенных стандартом условиях (температура нагрева  $t=850\pm 10^\circ\text{C}$  в течение 7 мин.), называется выходом летучих веществ ( $V$ ).

Состав летучих продуктов: первичный деготь (из бурых углей) или каменноугольная смола (из каменных), газы —  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , легкие углеводороды и их производные, вода. Выход летучих веществ и различных компонентов зависят от петрографического состава углей (см. рис. 4), степени восстановленности органического вещества, а также доли и состава минеральной части. Разложение (при нагреве) карбонатов, сульфидов, гидратированных минералов сопровождается дополнительным образованием сернистых газов, углекислоты и воды, входящих в общую массу летучих продуктов и искажающих результаты деструкции органического вещества углей. Поэтому определения производятся на пробах угля с зольностью  $A^d$  не более 10%; при большей зольности пробы угля должны подвергаться предварительному обогащению. На точности и воспроизводимости анализов отражаются также характер протекания процесса деструкции органического вещества (унос частиц угля при бурном выделении летучих веществ из бурых и окисленных разновидностей с  $V^{daf} > 40\%$ , частичное выгорание навесок антрацита и др.) Наиболее благоприятные для получения воспроизводимых результатов условия создаются при разложении каменных углей (при  $V^{daf}$  10—35%).

Выход летучих веществ в пересчете на сухое беззольное состояние  $V^{daf}$  используется как один из основных параметров промышленных классификаций каменных углей, характеризующий состав и строение их органического вещества. Для антрацитов с  $V^{daf} < 9\%$  в качестве классификационного параметра используется объемный выход летучих веществ  $V_v^{daf}$ , определяемый по их объему ( $\text{см}^3$ ), выделяемому из навески угля в 1 г, нагреваемой без доступа воздуха при  $t=900\pm 10^\circ\text{C}$  в течение 15 минут. В интервалах значений  $V^{daf}$  от 1,5 до 9% величина  $V_v^{daf}$  изменяется от 60 до 320  $\text{см}^3/\text{г}$ .

Оставшийся после отгона летучих веществ нелетучий оста-

ток угля.  $NV$  представлен смесью продуктов разложения органического вещества (нелетучего углерода) и золы, образовавшейся из минеральных примесей. Массовая доля нелетучего углерода определяется путем исключения из массы навески угля величин  $V^a$ ,  $A^a$  и  $W_i^a$ . По составу  $NV$  определяется ряд свойств, определяющих пригодность углей для химической переработки. По внешнему виду и прочности установлена шкала нелетучих остатков (корольков), которая используется для предварительной оценки стадии метаморфизма и спекаемости углей.

**Теплота сгорания** угля — важнейшая характеристика, используемая для сопоставления теплотехнических свойств углей различных месторождений, марок между собой и с другими видами топлива, а также как классификационный показатель слабометаморфизованных и окисленных углей.

Определение теплоты сгорания производится замером количества тепла, выделяемого единицей массы угля при полном сгорании его в калориметрической бомбе в среде сжатого кислорода в установленных стандартом условиях. Полученная при этом величина включает тепло, выделяющееся за счет образования и растворения в воде азотной и серной кислот, а также испарения воды, выделившейся и образованной из угля во время сгорания. Это тепло в практических условиях не используется. Соответствующими пересчетами величины теплоты сгорания, определенной по бомбе, получают значения высшей теплоты сгорания  $Q_s$  с исключением тепла, полученного за счет кислотообразования, и низшей теплоты сгорания  $Q_i$  с дополнительным исключением тепла, полученного за счет испарения воды.

Пересчет значений теплоты сгорания для различных состояний угля выполняется по формулам (см. табл. И). Высшая теплота сгорания, пересчитанная на сухое беззольное состояние угля  $Q_s^{daf}$ , характеризует природный тип угля, степень его углефикации, вещественный состав. Низшая теплота сгорания рабочей массы угля  $Q_i^r$  выражает количество тепла, которое с учетом балласта (влаги и золы) может быть практически реализовано при сжигании. Величина ее определяется пересчетом по формуле

$$Q_i^r = Q_s^r - \gamma (W_i^r + 8,94H^r),$$

где  $Q_s^r$  — высшая теплота сгорания;  $W_i^r$  — массовая доля общей влаги;  $H^r$  — содержание водорода, рассчитанное на рабочее состояние угля;  $\gamma$  — коэффициент, учитывающий тепло, выделившееся за счет испарения воды (5,86 при выражении результатов определения в ккал/кг; 24,62 при выражении результатов определения в кДж/кг).

ТАБЛИЦА 16  
УСРЕДНЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ УГЛЯ И НЕКОТОРЫХ  
ДРУГИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА УГЛЯ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ МЕТАМОРФИЗМА

Марки угля	Стадии метамор- физма	$C^{daf}$ , %	$W_f^r$ , %	$V^{daf}$ , %	$Q_s^{daf}$ , МДж/кг	$Q_i^r$ , МДж/кг
Бурый 1 Б	0 <sub>1</sub>	63—71	40—58	50—60	25,53—28,88	6,07—13,81
2 Б	0 <sub>2</sub>	65—76	30—40	33—50	25,53—29,72	9,04—15,90
3 Б	0 <sub>3</sub>	68—77	17—30	33—50	27,63—33,07	15,49—18,83
Каменные:						
Длиннопламенный Д	I	74—80	8—16	35—50	30,56—33,49	21,98—24,91
Газовые Г	II	79—83	6—10	33—46	32,23—34,74	23,44—25,9
Газово-жирный ГЖ	II—III		5—8	31—40	33,49—35,16	24,70—26,37
Жирный Ж	III	83—87	4—7	25—37	34,53—35,79	25,33—26,58
Коксово-жирный КЖ	III—IV		4—6	13—33	34,74—36,00	25,95—27,21
Коксовый К	IV	87—90	4—5	17—27	34,74—36,84	26,37—28,47
Отощенно спекающийся ОС	V	89—91	3—5	14—27	35,37—36,63	26,58—27,84
Тощий Т	VI	90—92	3—6	8—20	34,53—36,21	25,95—27,63
Антрацит А	VII—VIII	89—98	4—6	1—10	33,49—35,16	23,86—31,00

Для сравнения теплового эффекта от сжигания разных видов топлива и углей различного качества используется понятие об условном топливе. За условное принимается топливо с низшей теплотой сгорания 29,3 МДж/кг (7000 ккал/кг). Пересчет натурального топлива в условное производится умножением его массы на калорийный эквивалент  $Э_k$  (отношение низшей теплоты сгорания к низшей теплоте сгорания условного топлива). Для сравнения потребительской ценности топлива используется технический эквивалент  $Э_n$  с введением в расчетную величину  $Э_k$  дополнительно величины КПД использования данного топлива.

Усредненные величины теплоты сгорания и некоторых других показателей качества углей СССР различной стадии метаморфизма приведены в табл. 16.

#### ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ УГЛЯ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

**Спекаемость** — свойство угля переходить при нагревании без доступа воздуха в пластическое состояние с образованием связанного нелетучего остатка. Свойство угля спекать инертный материал с образованием такого остатка называется спекающей способностью. При нагреве углей определенного петрографического состава и степени углефикации выше 300 °С без доступа воздуха из них выделяются паро-газовые и жидкие продукты. Часть этих продуктов удаляется из зоны реакции,

оставшаяся — образует совместно с твердыми продуктами пластическую или вязкотекучую массу. При температуре 500—550 °С эта масса затвердевает, образуется спекшийся твердый остаток — *полукокс*. При дальнейшем увеличении температуры (до 1000 °С и более) в полукоксе снижается содержание кислорода, водорода и серы, последовательно возрастает содержание углерода, происходит структурно-молекулярная перестройка органического вещества с упорядочением расположения углеродных слоев. Полукокс переходит в твердый углеродистый продукт — *кокс*.

Спекаемостью обладают каменные угли II—V стадий метаморфизма определенного петрографического состава. Носители спекаемости — мацералы групп витринита и липтинита, в небольшой степени размягчаются мацералы группы семивитринита. Большая часть последних и мацералы группы инертинита не спекаются, с повышением в составе угля относительного их содержания ( $\Sigma OK$ ) спекаемость его снижается (см. рис. 5). Каменные угли I и VI стадий метаморфизма в зависимости от петрографического состава дают порошкообразный или слабоспекшийся нелетучий остаток. Бурые угли и антрациты спекаемостью не обладают.

Спекаемость угля — основа переработки его для получения кокса. В некоторых процессах переработки и использования угля (газификация, получение синтетического топлива, производство адсорбентов и др.) она является отрицательным фактором и поэтому изучается для всех каменных углей.

Для ориентировочной оценки спекаемости используется характер нелетучего остатка (королька), получаемого из угля после отгона летучих веществ. Детальное изучение спекаемости производится пластометрическим методом Л. М. Сапожникова (ГОСТ 1186—87 и СТ СЭВ 5775—86), а также определением ряда показателей другими методами.

Пластометрический метод Л. М. Сапожникова заключается в испытании угля в пластометрическом аппарате, в котором создаются условия, сходные с условиями промышленного коксования.

По результатам испытаний определяются:

толщина пластического слоя  $у$ , мм, характеризующая спекаемость угля, — максимальное расстояние между поверхностями раздела: уголь — пластическая масса — полукокс;

пластометрическая усадка  $х$ , мм, — конечное изменение высоты угольной загрузки при испытании, определяемое по разности конечного и начального (нулевая линия) положения пластометрической кривой (рис. 12);

характеристика нелетучего остатка — трещиноватость, пористость, блеск, цвет, сплавлеинность, высота бахромы и характер губки. Наличие бахромы-слоя, образующегося по краям

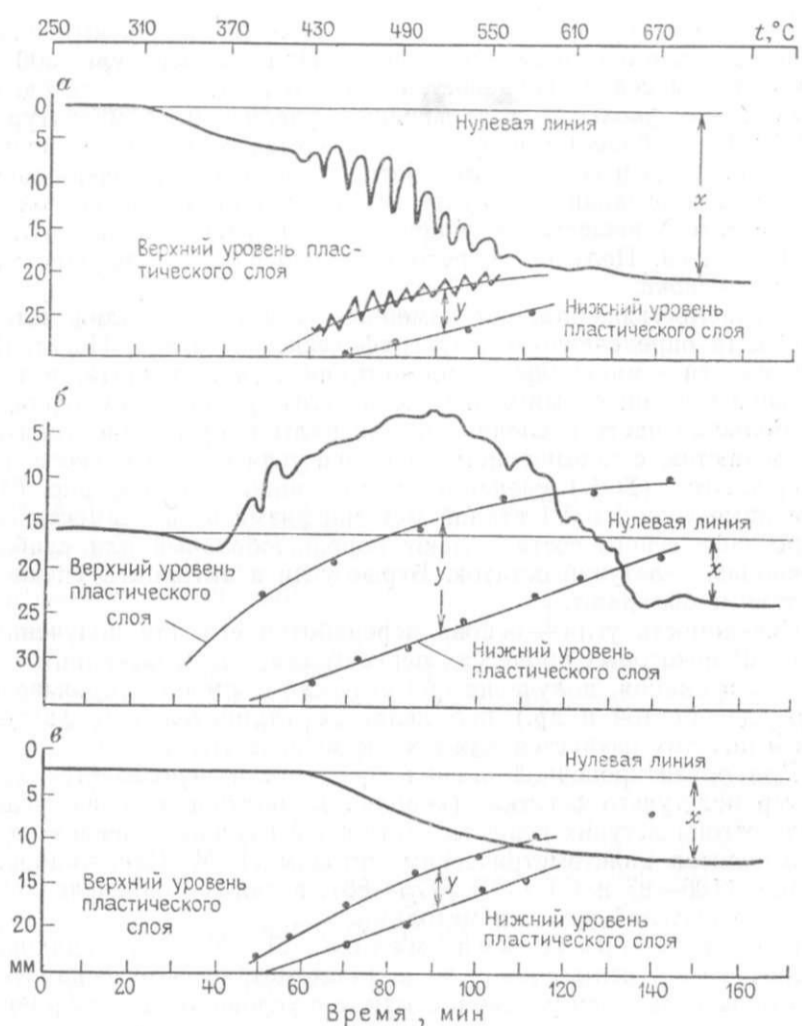


Рис. 12. Типы пластометрических кривых и графики пластометрических испытаний по методу Л. М. Сапожникова:  
кривые: а — зигзагообразная, б — горообразная, в — пологопадающая

нелетучего остатка, и губки — сильно пористого его верхнего слоя — признак хорошей спекаемости угля.

Характер пластометрических кривых (зигзаго-, горообразный, пологопадающий) графически отображает изменение объема угольной загрузки в процессе испытания.

Толщина пластического слоя хорошо характеризует спекаемость угля при среднем и умеренно высоком ее проявлении.

В углях с низкой спекаемостью точность измерения  $y$  не обеспечивается и при ее величине менее 6 мм она не определяется.

Ускоренный метод определения спекаемости используется для характеристики текучести пластической массы. Показатель спекаемости  $C_{II}$  определяется путем нагрева углеспесчаной смеси, объем которой в процессе опыта уменьшается за счет заполнения пластической массой промежутков между зернами песка. Метод используется ограниченно для оценки спекаемости слабометаморфизованных углей витринитового состава.

Индекс *Рогг*  $RI$  определяется по прочности нелетучего остатка, получаемого при быстром нагревании смеси угля с инертным материалом. Используется для характеристики углей с низкой спекаемостью, в частности для подразделения углей с толщиной пластического слоя менее 6 мм. Величины  $RI$  антрацитов имеют нулевые или близкие к нулю значения, длиннопламенные и тощие угли — 5—20, газовые и отощенно спекающиеся 20—45. Угли с высокой спекаемостью этим методом мало или совсем неразличимы; при толщине пластического слоя около 20 мм и более 30 мм они могут иметь одинаковое значение  $RI$  — около 80.

Индекс свободного вспучивания  $SI$  — один из параметров спекаемости, принятых в международной классификации каменных углей. Определяется путем сравнения профиля нелетучего остатка (королька), полученного при нагревании в тигле угля массой 1 г до температуры  $850 \pm 5^\circ C$ , со стандартными нумерованными профилями корольков (рис. 13). Номер

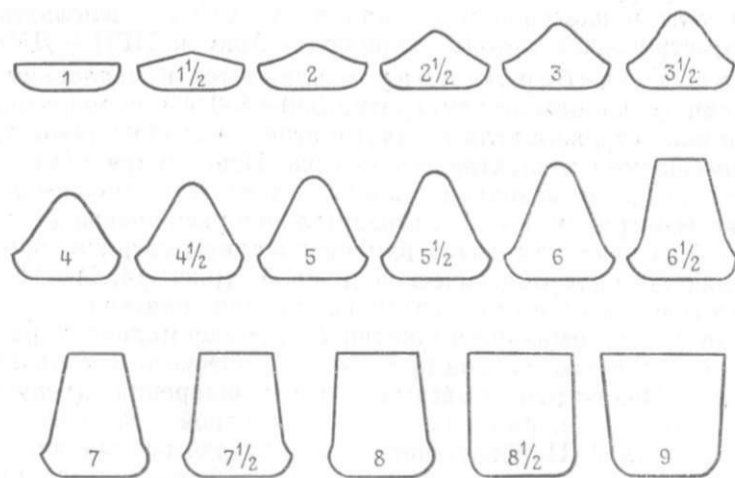


Рис. 13. Шкала стандартных корольков для определения индекса свободного вспучивания  $SI$

стандартного королька, наиболее соответствующий среднему из пяти определений профилю королька, полученному из испытуемого угля, обозначает показатель (индекс) вспучивания. Результативен при величине  $y$  менее 10 мм.

**Коксуюемость** — свойство измельченного угля спекаться с последующим образованием кокса с установленной крупностью и прочностью кусков — исследуется прямыми и косвенными методами.

Прямые методы заключаются в коксовании углей в полузаводских печах и ящичном коксовании. Полузаводские печи в СССР рассчитаны на загрузку 150—200 кг угля или шихты, нагрев производится при режимах, соответствующих режиму промышленных печей. Ящичное коксование производится путем коксования углей (шихты) в железных ящиках емкостью 70—80 кг, закрываемых крышками с отверстиями для выхода газов, помещаемых в камеру заводской печи. Ящик выдается совместно с готовым коксом (коксом пирогом). Прочность полученного в полузаводских условиях и ящичном коксовании кокса испытывается в малом барабане, другие физико-механические его свойства — в соответствии с действующими стандартами.

Косвенное определение коксуюемости производится путем дилатометрических исследований и по системе Грей-Кинга.

Дилатометрические исследования устанавливают одно из важнейших свойств образующейся при нагреве угля пластической массы — способность вспучиваться, т.е. увеличиваться в объеме под воздействием выделяющихся при пиролизе летучих продуктов, а также температурные интервалы нахождения угля в пластичном состоянии. В СССР используются дилатометрические методы: Одибера — Арну и ИГИ — ДМетИ.

Метод Одибера — Арну заключается в медленном нагревании (в диапазоне температур 330—550 °С) порошкообразного в виде стержня угля в дилатометре — калиброванной трубке, помещаемой в электрическую печь. Испытанием устанавливаются (в % от исходной длины стержня): максимальное сжатие (контракция) —  $a$  и, максимальное расширение (дилатация) —  $b$ ,  $z$  также характер изменения длины стержня при нагревании по дилатометрической кривой (рис. 14, А). Параллельно определяются температуры: начала пластического состояния  $t_I$ , максимального сжатия  $t_{II}$  и максимального расширения  $t_{III}$ , а также величина зоны пластического состояния от  $t_I$  до  $t_{III}$ . Показатель максимального расширения (вспучивания) — один из параметров международной классификации каменных углей. Наиболее четко этим методом устанавливаются термопластические свойства хорошо спекающихся углей. При толщине пластического слоя  $y < 10$  мм обычно происходит только сжатие.



Рис. 14. Дилатометрические кривые и показатели испытаний:  
А — на приборе Одибера-Арну: а — отсутствие дилатации, б — отрицательная дилатация, в — нулевая дилатация, z — положительная дилатация.  
Б — на приборе ИГИ-ДМетИ: 1 — начало вспучивания, 2 — его конец

Ускоренный метод дилатометрических исследований производится путем быстрого нагревания по методу ИГИ — ДМетИ спрессованных в брикеты углей. Определяются (рис. 14, Б): индекс вспучивания  $H_v$  по увеличению высоты угольного брикета (мм) при нагревании; время: от начала нагревания до начала вспучивания прогрева — период нагрева  $\Pi_n$  и от начала вспучивания до его прекращения — период вспучивания  $\Pi_v$ .

Метод позволяет оценивать способность к вспучиванию Слабо спекающихся углей, дающих в дилатометре Одибера — Арну только сжатие.

Оценка коксуюемости по системе Грей-Кинга производится путем сравнения вида и характера нелетучего остатка, полученного из угля или смеси угля с инертным материалом при медленном нагревании в установленных стандартом условиях, с эталонной шкалой типов кокса. По внешнему виду и прочности выделяют типы кокса, полученные при испытаниях угля: А — порошкообразный; В — слегка спекшийся, частично порошкообразный; С — спекшийся, обычно в одном матовом куске (максимально в трех кусках), легко ломающийся, порошка нет; D — умеренно твердый, уменьшенного объема, который иногда может растрескиваться; обычно матовый и черный, более спекшийся, чем сплавленный; E — твердый и значительно уменьшенный в объеме, обычно сильно трещиноватый, издает умеренно металлический звон, серый или черный, с легким блеском; F — твердый, прочный и значительно уменьшен в объеме, может растрескиваться, издает умеренно металлический звон, излом серый с сильно оплавленной поверхностью; G — твердый, прочный, хорошо спекшийся, издает отчетливый металлический звон.

При получении вспученного кокса, не отвечающего характе-

ристикам типов  $A-G$ , производятся испытания с отошающими добавками к испытываемому углю, массу которых изменяют до получения кокса типа  $G$ . Величина массы (г) такой добавки присоединяется к буквенному обозначению типа кокса ( $G1-G8$ ).

**Состав и выход летучих продуктов термического разложения.** При низкотемпературном ( $t$  до  $350^\circ\text{C}$ ) разложении угля выделяются вода и двуокисл углерода. Суммарный выход этих продуктов характеризует окисленность и химическую зрелость углей. Средний выход  $\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2$  из каменных неокисленных углей снижается с повышением степени метаморфизма от 4,6% (на I стадии) до 1,3% (на VI стадии) к массе сухого угля. Условия определения регламентированы ГОСТ 8930-79.

При нагреве углей до  $t=500-550^\circ\text{C}$  без доступа воздуха (полукоксовании) образуются:

смола (первичный деготь  $T_{ск}$ ) — смесь конденсирующихся при температуре  $20-30^\circ\text{C}$  жидких органических продуктов — парафинов, производных ароматических углеводородов, эфиров, фенолов, кетонов, карбоновых кислот, сернистых, азотистых и других соединений. Она используется для получения моторных топлив, смазочных масел и других целей;

пирогенетическая (подсмольная) вода  $W_{ск}$ , в которой содержатся аммиак, цианистые соединения, уксусная кислота и др.;

газ полукоксования  $G_{ск}$  — смесь различных неконденсирующихся газов ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ), используемая как топливо;

полукокс  $sK$  — твердый нелетучий остаток, используемый как обогащенное (бездымное) топливо или добавка в коксовую шихту.

Наибольший выход продуктов полукоксования свойственен бурым и слабометаморфизованным каменным углям. Из 1 т сухого каменного угля I стадии метаморфизма образуется (в % к массе сухого угля) полукокса 70—75%, смолы — 8—10, газа 10—12, подсмольной воды — 5—6. Выход смолы из некоторых бурых углей достигает 25% и более.

Результаты определения выхода продуктов полукоксования используются для установления пригодности исследуемых углей как сырья для полукоксования, а также для оценки их поведения в других технологических процессах. Выход смолы полукоксования  $T_{ск}^{daf}$  — массы жидких продуктов разложения единицы массы угля в установленных стандартом условиях — один из основных параметров промышленных классификаций бурых углей.

Летучие продукты, получаемые при коксовании, представлены сырым бензолом, каменноугольной смолой, аммиаком, газами (сероводород, двуокисл углерода, непредельные углеводороды и др.), пирогенетической водой. Условия лабораторного

определения выхода и состава продуктов коксования регламентированы ГОСТ 18635-73. Результаты испытаний используются при составлении балансов продуктов коксования на разведанных месторождениях коксующихся углей.

**Температура воспламенения** углей — переход окисления их в горение — обычно не определяется и условно принимается: для бурых углей —  $250-450^\circ\text{C}$ , каменных с  $V^{daf}$  более 20% —  $300-350^\circ\text{C}$ , с  $V^{daf}$  менее 20% —  $500^\circ\text{C}$ , тощих и антрацитов —  $650-800^\circ\text{C}$ .

#### ГРУППОВОЙ АНАЛИЗ

При обработке бурых углей растворителями или химическими реагентами часть органической массы угля переходит в растворы и некоторые получаемые из экстрактов вещества (битумы, гуминовые кислоты) используются в различных отраслях народного хозяйства.

Битумы, извлекаемые из мягких бурых углей органическими растворителями (бензолом, бензином и др.), представлены в основном носками и смолами. Наиболее ценна восковая часть битумов, характеризующаяся высокими влагостойкостью и температурами плавления, низкой электропроводностью. Буроугольный воск используется в литейном производстве (прецизионное литье), как электроизоляционный материал, для отделки изделий из кожи, дерева, бумаги и др. Минимальное содержание воскодержашего битума  $B^d$  в бурых углях, используемых в промышленности, 7%. В битумах каменных углей воска не содержится.

Гуминовые кислоты угля — смесь кислых высокомолекулярных аморфных темноокрашенных органических веществ с высокой степенью окисленности и гидрофильностью, извлекаемых из угля водными щелочными растворами. Они представляют собой продукт бактериального разложения растительных остатков и углей при длительном воздействии кислорода атмосферы или пластовых вод. Выход их из бурых и окисленных каменных углей колеблется от нуля до 100% органической массы. Под воздействием кислот и солей металлов они осаждаются из щелочных растворов в виде набухших гелей, а при реакциях ионного обмена образуют растворимые и нерастворимые гуматы. Гуминовые кислоты используются в производстве свинцовых аккумуляторов, для стабилизации глинистых суспензий при бурении глубоких скважин, как стимуляторы роста растений и компоненты органо-минеральных (гуминовых) удобрений.

Из промышленно-битумоносных бурых углей экстракция гуминовых кислот производится после извлечения битум-экстракта, остаточный уголь используется как энергетическое топливо.

Соответственно наиболее распространенная схема группового анализа бурых углей состоит из двух ступеней: 1) обработка их органическими растворителями и определение выхода битума (битум-экстракта)  $B^d$ , % и 2) обработка дебитумированного угля водными растворами щелочей с определением выхода гуминовых кислот  $(HA)^d$ , %.

#### МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В УГЛЯХ

В органической и минеральной частях углей содержатся соединения цветных металлов, редкие и рассеянные элементы, суммарная концентрация которых обычно не превышает 1% сухой массы угля. Они объединяются условным понятием — «малые» элементы. Содержание подавляющего числа этих элементов не превышает фоновых значений, но на некоторых месторождениях отдельные из них приобретают значение как объекты попутного извлечения и промышленного использования или как вредные (токсичные) примеси.

Наибольшее практическое значение для извлечения имеют уран и германий. Повышенные концентрации этих элементов в углях переводят некоторые угольные месторождения в разряд самостоятельных угольно-урановых или угольно-германиевых, изучаемых и осваиваемых по специальным программам. Попутное извлечение германия при переработке углей производится на многих месторождениях — на некоторых извлекаются галлий и ванадий. Перспективны для извлечения молибден, рений, серебро. Извлечение других элементов (свинца, цинка и др.) с повышенной концентрацией, выявленной на локальных участках, вследствие небольших количеств, низкого в целом и крайне изменчивого содержания, а также наличия других источников сырья признано нецелесообразным.

Многие «малые» элементы, образующие при добыче, переработке и использовании углей особенно с учетом крупномасштабного осуществления этих процессов, токсичные и загрязняющие окружающую среду соединения, являются вредными примесями. Ниже приведены минимальные содержания в углях токсичных элементов, при которых они рассматриваются как токсичные и подлежат детальному изучению [12]. При более низких содержаниях этих элементов они относятся к потенциально токсичным.

Элементы	Содержание, г/т, сухого угля	Элементы	Содержание, г/т, сухого угля
Мышьяк	300	Ртуть	1
Бериллий	50	Свинец	50
Ванадий	100	Селен	1000
Кобальт	100	Фтор	500
Марганец	1000	Хром	100
Никель	100		

Для определения содержания в углях «малых» элементов используются полуколичественные и количественные спектральные, спектрофотометрические, активационные и атомно-абсорбционные методы. Выбор методов исследований зависит от свойств изучаемых элементов и поставленных целей. В большинстве случаев содержание этих элементов дается в расчете на золу, реже в пересчете на сухое состояние угля. Стандартный метод (ГОСТ 23291—78 и ГОСТ 24766—81) предусматривает озоление угля при 500 °С, смешивание золы с буфером ( $Si_2CO_3$  и графитовый порошок), подготовку стандартных образцов, одновременную регистрацию спектров этих образцов и анализируемого угля. Непосредственно в угле содержание ряда «малых» элементов определяется по методике, регламентированной ГОСТ 25694—83.

Для определения содержания германия, одним из основных источников промышленного извлечения которого является уголь, используется фотоколориметрический метод (ГОСТ 10175—75), галлия — колориметрический метод (ГОСТ 12711—77).

#### ГЛАВА 5

#### ПРОМЫШЛЕННЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ УГЛЕЙ

Промышленные классификации отражают сложившуюся практику использования ископаемых углей. Для их построения выбирают основные показатели качества углей (параметры), позволяющие комплексно оценить наиболее важные технологические свойства углей для ведущих направлений переработки: энергетического, металлургического, химико-технологического и др. Такими показателями в классификациях СССР для выделения технологических марок угля и групп (в зарубежных и международных — классов и групп) обычно принимаются: удельная теплота сгорания, выход летучих веществ, спекаемость и коксуетность, в некоторых — элементный состав (содержание углерода и водорода), для бурых углей — влажность и выход смол.

#### ПРОМЫШЛЕННЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ

Первоначально промышленные классификации разрабатывались для каменных углей, обладающих широким диапазоном технологических свойств и, соответственно — разнообразием областей использования. Примером является широко распространенная с конца прошлого столетия в западно-европейских странах классификация инж. Грюнера (табл. 17). Принятые в ней

ТАБЛИЦА 17  
КЛАССИФИКАЦИЯ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ ГРЮНЕРА

Типы углей	Элементарный состав, %				Выход нелетучего остатка, %	Свойства нелетучего остатка (коксового королька)
	$C^{daf}$	$H^{daf}$	$O^{daf} + N^{daf}$	$\frac{O+N}{H}$		
I. Сухие длиннопламенные	75—80	5,5—4,5	19,5—15	3—4	50—60	Порошок или чуть спекшийся
II. Жирные длиннопламенные или газовые	80—85	5,8—5,0	14,2—10	3—2	60—68	Сплавленный, сильно вспученный
III. Жирные или кузнечные	84—89	5—5,5	11—5,5	2—1	68—74	Сплавленный, средней плотности
IV. Коксовые	84—91	5,5—4,5	6,5—5,5	1	74—82	Сплавленный, очень плотный
V. Тощие или полуантрациты	90—93	4,5—4,0	5,5—3,0	1	82—90	Спекшийся или порошок

ТАБЛИЦА 18  
КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕЙ США

Класс	Группа	Классификационные параметры			
		$C^{daf}$ , %	$V^{daf}$ , %	$Q_s^{daf}$ , ккал/кг (МДж/кг)	Спекаемость
I. Антрацит	Метаантрацит Антрацит Семиантрацит	>98 92—98 86—92	<2 2—8 8—14	Не нормируется	Не спекается
II. Битуминозные угли	С низким выходом летучих веществ Со средним выходом летучих веществ С высоким выходом летучих веществ А То же, В », С	76—86 69—78 <69	14—22 22—31 >31	Не нормируется <7778 (32,15) 7223—7778 (30,23—32,15) 6389—7223 (26,75—30,23)	Спекаются
III. Суббитуминозные угли	А В С	Не нормируются		5834—6389 (24,42—26,75) 5278—5834 (22,10—24,42) 4611—5278 (19,30—22,10)	Не спекаются

Продолжение табл. 18

Класс	Группа	Классификационные параметры			
		$C^{daf}$ , %	$V^{daf}$ , %	$Q_s^{daf}$ , ккал/кг (МДж/кг)	Спекаемость
IV. Лигниты	А В	Не нормируются	Не нормируются	3500—4611 (14,65—19,30) <3500 (14,65)	Не спекаются

ТАБЛИЦА 19  
КЛАССИФИКАЦИЯ ДОНЕЦКИХ УГЛЕЙ

Марка	Индекс	Выход летучих веществ на горючую массу, %	Характер коксового королька (нелетучего остатка)
Длиннопламенный	Д	>42	Неспекшийся, порошкообразный или слипшийся
Газовый	Г	35—44	Спекшийся, сплавленный, иногда вспученный (рыхлый)
Паровично-жирный	ПЖ	26—35	Спекшийся, сплавленный, плотный или умеренно плотный
Коксовый Паровично-спекающийся	К ПС	18—26 12—18	То же Спекшийся или сплавленный, от плотного до умеренно плотного
Тощий	Т	<17	Неспекшийся, порошкообразный или спекшийся

систематизация и параметры использованы в классификациях углей США (табл. 18), Великобритании (табл. 20), и действовавшей в СССР до 1957 г. классификации донецких углей (табл. 19), использовавшейся для оценки качества углей других бассейнов и месторождений СССР.

В 1956—1980 гг. в СССР введены в действие так называемые «бассейновые» классификации углей, выявленных в основных каменноугольных бассейнах и отдельных экономических районах (Урал, Средняя Азия, Вост. Сибирь, Дальний Восток, северо-восточные районы, о. Сахалин). Угли в каждом бассейне (районе) подразделялись на технологические марки и группы по близости генетических особенностей и основных энергетических и технологических свойств. Бурые угли, выделяемые по

## ПРОМЫШЛЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕЙ ВЕЛИКОБРИТАНИИ

Угли	Группа	Содержание, %			Выход летучих веществ, %	Теплота сгорания, ккал/кг (МДж/кг)	Спекаемость
		влаги	углерода	водорода			
С высоким выходом летучих веществ	VIII	3,6—13,6	80,0—85,0	5,0—5,7	—	7850—8350 (32,86—34,95)	Не спекаются
		3,1—10,0	82,5—86,0	5,2—5,6	—	8100—8450 (33,91—35,37)	Слабо спекаются
С высоким выходом летучих веществ, средней коксующести	VII	1,6—5,5	83,0—86,5	5,2—5,7	—	8200—8550 (34,32—35,79)	Спекаемость средняя
		1,1—4,0	84,0—87,0	5,2—5,7	—	8350—8650 (34,95—36,21)	Спекаются хорошо
С высоким выходом летучих веществ, хорошо коксующиеся	VI	0,6—2,5	85,0—89,0	5,1—5,6	30,1—37,0	8450—8800 (35,37—36,84)	Спекаются очень хорошо
Шотландские, со средним выходом летучих веществ	V	0,6—2,0	88,5—91,0	4,6—5,3	20,1—30,0	8650—8850 (36,21—37,05)	Спекаются очень хорошо
Особые шотландские некоксующиеся	IV	1,0—2,5	85,5—90,5	4,6—5,2	20,1—30,0	8500—8850 (35,79—37,05)	Слабая спекаемость
		1,0—3,0	89,0—92,5	3,7—4,6	9,6—20,0		Не спекаются
С низким выходом летучих, паровичные, коксующиеся	III	0,7—1,2	90,0—92,0	4,3—4,8	15,5—20,0	8500—8850 (35,79—37,05)	Спекаемость средняя до хорошей
			91,0—92,5	4,2—4,5	14,1—15,5		Слабая спекаемость
С низким выходом летучих веществ, паровичные, некоксующиеся	II	0,7—1,2	91,0—93,0	3,9—4,2	12,1—14,0	8650—8750 (36,21—36,63)	Не спекаются
		0,7—1,5			9,6—12,0		
Антрациты	I	1,5—3,0	92,0—93,0	3,3—3,9	6,6—9,5	8450—8650 (35,37—36,21)	Не спекаются
			93,0—94,0	2,8—3,3	4,5—6,5		

Примечание. Теплота сгорания углей в Великобритании, США и ряде других стран исчисляется в британских тепловых единицах, составляющих округленно 5/9 ккал/кг; в табл. 18 и 19 произведен пересчет значений теплоты сгорания в метрическую систему (в табл. 18 с округлением до 50 ккал/кг=2,1 МДж/кг).

ПРИМЕРЫ „БАСЕЙНОВЫХ“ КЛАССИФИКАЦИЙ

ТАБЛИЦА 21

Марка	Донецкий			Кузнецкий			Южно-Якутский		
	технологическая группа	$V_{daf}$ , %	$y$ , мм (Rf)	технологическая группа	$V_{daf}$ , %	$y$ , мм (Rf)	технологическая группа	$V_{daf}$ , %	$y$ , мм
Д	—	35 и более	<6	—	>37	—	Не выделяется		
Г	Г6	35 и более	6—10	Г6	>37	6—16	Г6	>40	6—16
	Г11		11—25	Г17		17—25	Г17		17 и более
ГЖ	ГЖ6	27—<35	6—10	—	>31—37	6—25	Не выделяется		
	ГЖ11		11—16						
Ж	Ж17	27—<35	17—20	1Ж26	>33	26 и более	Ж6	>33—40	6—20
	Ж21		21 и более	2Ж26	33 и менее	26 и более	Ж21		21 и более
КЖ	Не выделяется			КЖ14	25—31	14—25	1КЖ6	>27—33	6—16
				КЖ6		6—13	1КЖ17		17 и более
							2КЖ6	>22—27	6—12
							2КЖ13		13 и более

К	К21	18—<27	21 и более	К13	<25	13—25	К9	17—22	9 и более
	К14		14—20	К10	17—25	10—12	К6		6—8
К <sub>2</sub>	Не выделяется			—	17—25	6—9 (18 и более)	Не выделяется		
ОС	ОС6	14—22	6—13	—	<17	6—9 (16 и более)	—	<17	6 и более
	ОС		<6 (13 и более)	—					
СС	Не выделяется			1СС	>25—37	(17 и менее)	1СС	>33	—
				2СС	17—25		2СС	22—33	—
				3СС	17—22		3СС	17—22	—
Т	—	8—17	(<13)	—	<17	(15 и менее)	—	<17	—

показателю отражения  $R_o < 0,5\%$  и высшей теплоте сгорания влажного беззольного угля  $Q_s^{af}$  менее 5700 ккал/кг (23,860 МДж/кг), разделялись по величине массовой доли рабочей влаги  $W_f^r$  на три группы: Б1 > 40; Б2 30—40; Б3 < 30%. Каменные угли подразделялись по выходу летучих веществ  $V^{daf}$  и спекаемости на 9 марок: длиннопламенный (Д), газовый (Г), газовый жирный (ГЖ), жирный (Ж), коксовый жирный (КЖ), коксовый (К), отощенный спекающийся (ОС), слабо спекающийся (СС), тощий (Т). Спекающиеся каменные угли марок Г—СС в ряде бассейнов и месторождений разделяли на группы по нижнему пределу толщины пластического слоя  $\{y, \text{мм}\}$ , цифровое значение которого дополняло символ обозначения марки. Численные значения  $V^{daf}$  и  $y$  для углей одной и той же марки в различных бассейнах и месторождениях были неодинаковыми (табл. 21). К антрацитам относились угли с  $V^{daf}$  менее 7%—в Кузнецком и Горловском, 8%—в Донецком бассейнах и 9%—на месторождениях северо-восточных районов. Для близких по спекаемости, но различных по выходу летучих веществ каменных углей марок Ж и СС в Кузнецком и марок КЖ и СС в Южно-Якутском бассейнах вводилось дополнительное цифровое значение технологической группы.

#### ПРОМЫШЛЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КЛАССИФИКАЦИИ

Практическое использование охарактеризованных выше: промышленных классификаций не разрешало одного из основных вопросов использования углей—взаимозаменяемости углей различных бассейнов и месторождений в технологических процессах одного и того же направления их переработки. Угли одной и той же марки и близкой технологической группы месторождений не только различных, но иногда одних и тех же бассейнов (районов) нередко характеризуются существенными отличиями состава и свойств, обусловленных особенностями исходного материала и условий его превращения. Для установления связей между составом, химическим строением, происхождением, условиями образования углей и их важнейшими технологическими свойствами разрабатывались и использовались в практике частные промышленно-генетические классификации, например: донецкая (1954 г.), ВУХИН (1963 г.), ИГиРГИ (1964 г.) и др. [11].

В 1988 г. утверждена и введена в действие с 01.01.90 г. (ГОСТ 25543—88) единая классификация неокисленных ископаемых углей Советского Союза, предусматривающая их подразделение:

- по видам — на бурые, каменные и антрациты;
- по генетическим параметрам — на классы, категории, типы и подтипы;

ТАБЛИЦА 22  
ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ НЕОКИСЛЕННЫХ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ  
ПО ВИДАМ (ГОСТ 25543—88)

Виды угля	$R_o$ , %	$Q_s^{af}$ , МДж/кг	$V^{daf}$ , %
Бурый Каменный Антрацит	< 0,60 От 0,40 до 2,59 (вкл.) От 2,20 и более	< 24 24 и более —	— 8 и более < 8

по технологическим параметрам — на марки, группы и подгруппы.

Подразделение ископаемых углей на виды производится по параметрам и их значениям, приведенным в табл. 22.

#### ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

**Класс угля** характеризует степень метаморфизма углей по среднему показателю отражения витринита  $R_o$  (табл. 23). Номер класса соответствует минимальному значению  $R_o$  оцениваемых углей, умноженному на 10. По этому показателю выделено 50 классов углей: пять — бурых углей (классы 02—05), 22 — каменных (04—25) и 29 — антрацитов (классы 22—50).

**Категория** характеризует петрографический состав углей по содержанию фюзенизированных отошающих при коксовании компонентов  $\Sigma OK$  (табл. 24). Номер категории соответствует минимальному значению  $\Sigma OK$ , деленного на 10.

**Тип и подтип** угля, определяемые по важнейшим для выбора направления их промышленного использования показателям, отражают неодинаковую степень восстановления органического вещества. Повышенная степень восстановленности бурых углей обуславливает более высокий выход смолы полукоксования; каменные изометаморфизованные угли с одинаковым или близким петрографическим составом обладают более высокой спекаемостью, в антрацитах снижается показатель анизотропии отражения витринита. Структурные особенности и петрографический состав бурых углей отражаются на их влагосодержании.

Тип угля определяется по максимальной влагоемкости на беззольное состояние  $W_{\max}^{af}$  для бурых углей, выходу летучих веществ на сухое беззольное состояние  $V^{daf}$  для каменных углей и объемному выходу летучих веществ на сухое беззольное состояние  $V_v^{daf}$  для антрацитов (табл. 25). Номер типа соответствует минимальным значениям:  $W_{\max}^{af}$  бурого,  $V^{daf}$  каменного и деленного на 10 значения  $V_v^{daf}$  антрацитов.

Подтип угля определяется по выходу смолы полукоксования на сухое беззольное состояние  $T_{sk}^{daf}$  для бурых углей, толщине пластического слоя  $y$  и индексу  $Por_a RI$  для каменных углей, анизотропии отражения витринита  $A_r$  для антрацитов

(табл. 26). Номер подтипа соответствует минимальным значениям величин указанных показателей в исследуемом угле.

По совокупности генетических параметров каждый уголь обозначается семизначным кодовым числом, в котором первые две цифры указывают номер класса, третья — номер категории, четвертая и пятая — номер типа, шестая и седьмая — номер подтипа. Так кодовый номер 1123219 будет иметь каменный уголь любого бассейна (месторождения с показателем отражения витринита  $R_o = 1.10-1.19\%$ , содержанием фюзенизированных компонентов  $\Sigma OK = 20-29\%$ , выходом летучих веществ  $V^{daf} = 32-34\%$  и толщиной пластического слоя 19 мм.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА УГЛЕЙ ТАБЛИЦА 23

Класс	Показатель отражения витринита $R_o$ , %	Класс	Показатель отражения витринита $R_o$ , %
02	От 0,20 до 0,29 включ.	27	» 2,70 » 2,79 »
03	» 0,30 » 0,39 »	28	» 2,80 » 2,89 »
04	» 0,40 » 0,49 »	29	» 2,90 » 2,99 »
05	» 0,50 » 0,59 »	30	» 3,00 » 3,09 »
06	» 0,60 » 0,69 »	31	» 3,10 » 3,19 »
07	» 0,70 » 0,79 »	32	» 3,20 » 3,29 »
08	» 0,80 » 0,89 »	33	» 3,30 » 3,39 »
09	» 0,90 » 0,99 »	34	» 3,40 » 3,49 »
10	» 1,00 » 1,09 »	35	» 3,50 » 3,59 »
11	» 1,10 » 1,19 »	36	» 3,60 » 3,69 »
12	» 1,20 » 1,29 »	37	» 3,70 » 3,79 »
13	» 1,30 » 1,39 »	38	» 3,80 » 3,89 »
14	» 1,40 » 1,49 »	39	» 3,90 » 3,99 »
15	» 1,50 » 1,59 »	40	» 4,00 » 4,09 »
16	» 1,60 » 1,69 »	41	» 4,10 » 4,19 »
17	» 1,70 » 1,79 »	42	» 4,20 » 4,29 »
18	» 1,80 » 1,89 »	43	» 4,30 » 4,39 »
19	» 1,90 » 1,99 »	44	» 4,40 » 4,49 »
20	» 2,00 » 2,09 »	45	» 4,50 » 4,59 »
21	» 2,10 » 2,19 »	46	» 4,60 » 4,69 »
22	» 2,20 » 2,29 »	47	» 4,70 » 4,79 »
23	От 2,30 до 2,39 включ.	48	» 4,80 » 4,89 »
24	» 2,40 » 2,49 »	49	» 4,90 » 4,99 »
25	» 2,50 » 2,59 »	50	» 5,00 и более
26	» 2,60 » 2,69 »		

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИИ УГЛЕЙ ТАБЛИЦА 24

Категория	Сумма фюзенизированных компонентов $\Sigma OK$ , %	Категория	Сумма фюзенизированных компонентов $\Sigma OK$ , %
0	<10	4	От 40 до 49 включ.
1	От 10 до 19 включ.	5	» 50 » 59 »
2	» 20 » 29 »	6	» 60 » 69 »
3	» 30 » 39 »	7	>69

ТАБЛИЦА 25

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА УГЛЕЙ

Бурые угли		Каменные угли				Антрациты	
Тип	Максимальная влагоемкость $W_{\text{max}}^{af}$ , %	Тип	Выход летучих веществ $V^{daf}$ , %	Тип	Выход летучих веществ $V^{daf}$ , %	Тип	Объемный выход летучих веществ $V^{daf}$ , см <sup>3</sup> /г
10	<20	48	48 и более	26	» 26 » 28	20	>200
20	От 20 до 30	46	От 46 до 48	24	» 24 » 26	15	Св. 150 до 200 включ.
30	» 30 » 40	44	» 44 » 46	22	» 22 » 24	10	От 100 до 150 включ.
40	» 40 » 50	42	» 42 » 44	20	» 20 » 22	05	<100
50	» 50 » 60	40	» 40 » 42	18	» 18 » 20		
60	» 60 » 70	38	» 38 » 40	16	» 16 » 18		
		36	» 36 » 38	14	» 14 » 16		
		34	» 34 » 36	12	» 12 » 14		
		32	» 32 » 34	10	» 10 » 12		
		30	» 30 » 32	08	» 8 » 10		
		28	» 28 » 30				

ТАБЛИЦА 26

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДТИПА УГЛЕЙ

Бурые угли		Каменные угли				Антрациты			
Подтип	Выход смолы полукоксования $T_{SK}$ , %	Подтип	Толщина пластического слоя $u$ , мм	Индекс Рого $R_I$ , усл. ед.	Подтип	Толщина пластического слоя $u$ , мм	Индекс Рого $R_I$ , усл. ед.	Подтип	Анизотропия отражения витринита $A_R$ , %
			мм	мм		мм	мм		
20	>20	26*	26	—	14	14	—	20	<30
15	Свыше 15 до 20 вкл.	25	25	—	13	13	—	30	от 30 до 40 вкл.
10	Свыше 10 до 15 вкл.	24	24	—	12	12	—	40	» 40 » 50
05	10 и менее	23	23	—	11	11	—	50	» 50 » 60
		22	22	—	10	10	—	60	» 60 » 70
		21	21	—	09	9	—	70	>70
		20	20	—	08	8	—		
		19	19	—	07	7	—		
		18	18	—	06	6	—		
		17	17	—	01	<6	13 и более		
		16	16	—	00	<6	<13		
		15	15	—					

\* Для значений  $u$  выше 26 мм номер подтипа соответствует абсолютному значению показателя толщины пластического слоя, мм.

#### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Угли различных кодовых номеров со сходными технологическими свойствами в основных процессах переработки объединены в технологические марки, группы и подгруппы. Всего выделено 17 марок, при этом для бурых углей и антрацитов — по одной марке (соответственно Б и А), для каменных 15: длиннопламенные (Д), длиннопламенные газовые (ДГ), газовые (Г), газовые жирные отощенные (ГЖО), газовые жирные (ГЖ), жирные (Ж), коксовые жирные (КЖ), коксовые (К), коксовые отощенные (КО), коксовые слабоспекающиеся низкометаморфизованные (КСН), коксовые слабоспекающиеся (КС), отощенные спекающиеся (ОС), тощие спекающиеся (ТС), слабоспекающиеся (СС) и тощие (Т).

Марки бурых, каменных (исключая Д, ДГ, КЖ, КСН и ТС) углей и антрацитов подразделяются на группы. Основные параметры для такого подразделения:

марки Б — генетический тип (по максимальной влагоемкости);

марки Г и Ж — генетический подтип (по различиям в спекаемости изометаморфизованных углей этих марок);

марок ГЖО, ГЖ, К, КО, КС, ОС, СС, Т и А — генетические классы углей (по величине  $R_o$ ), в меньшей мере — принадлежность углей одной и той же марки к различным типам (по  $V_{daf}$  каменных и  $V_v^{daf}$  антрацитов).

Наименование группы предшествует названию марки: первый бурый, второй га 3 о в ый и т. п.; перед условным обозначением марки ставится номер группы (1Б, 2Г и т. п.).

Объединение углей одних и тех же марок и групп в подгруппы производится по характеристике петрографического состава (категории). Углям с номерами категорий 1, 2, 3-й ( $\Sigma OK < 40\%$ ) присваивается наименование витринитовых, категорий 4-й и выше — фюзинитовых, что указывается после названия соответствующей марки (например — второй газовый витринитовый или второй газовый фюзинитовый) и отражается в условном обозначении марки и группы угля дополнением ее буквами В или Ф (например, 2ГВ или 2ГФ). Для бурых углей 1Б, каменных 2Г, ГЖ, Ж, КЖ, СС — подгруппы угля не выделяются.

Технологические марки, группа и подгруппа устанавливаются для каждого пласта по совокупности генетических параметров (табл. 27). Например, уголь, характеризующийся показателями:  $R_o$  — 1,48%,  $\Sigma OK$  — 43%,  $V_{daf}$  — 18,3%,  $y$  — 10 мм, соответствующий классу 14, категории 4, типу 18, подтипу 10, относится к марке ОС, группе ЮС, подгруппе ЮСФ (кодový номер 1441810). При сочетании класса, категории, типа и под-

типа исследуемого угля, не соответствующего указанным в табл. 27, он относится к технологической марке, группе и подгруппе в соответствии только с его классом и подтипом.

#### НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕЙ

В соответствии с ГОСТ 25543—88 неокисленные угли в зависимости от их принадлежности к той или иной технологической марке, группе и подгруппе, приведенных в табл. 27, могут использоваться по направлениям, указанным в табл. 28.

Смешение углей пластов разных марок при использовании, как правило, не допускается. В отдельных случаях при соответствующем обосновании и с согласия потребителя производится смешение углей разных марок в одной шахтной выдаче, а также при их обогащении и сортировке. При несогласованном смешении углей при добыче и обогащении и отклонении долевого участия марок в смеси выше установленного предела отгружаемая продукция относится к более низкой по технологической ценности марке. Марку, группу, подгруппу и кодový номер смеси устанавливают расчетом средних значений классификационных параметров на основе планового участия шахтопластов. Марку, группу, подгруппу и кодový номер продуктов обогащения устанавливают по рядовому углю, поступающему на переработку. При совместном обогащении и сортировке углей разных марок для продуктов переработки указывается доленое участие углей каждой марки в исходной шихте.

Потребительскими стандартами для всех видов использования отгружаемой товарной продукции: рядовых, обогащенных, продуктов обогащения (концентратов, промпродуктов и др.) углей всех марок, групп и подгрупп установлены технические требования по средним и предельным значениям зольности  $A^d$ , массовой доли общей серы  $S_t^d$ , массовой доли общей рабочей влаги  $W_r^d$  в различные периоды года. Для большинства направлений использования лимитируются: максимальный размер кусков рядовых углей (200 мм), массовая доля кусков размером менее нижнего предела, установленного для каждого класса поставляемых углей, массовая доля минеральных примесей (породы) с размерами кусков 25 мм и более. Для отдельных видов потребления установлены требования к величинам температуры плавления золы  $t_c$ , показателям термической стойкости и механической прочности угля, содержанию вредных примесей (фосфора, оксида кальция и др.). Некоторые из этих показателей, например: предельная зольность и сернистость рядовых углей, направляемых на обогащение, и получаемых из них концентратов ограничивают или вообще исключают возможность использования спекающихся углей для коксования, некоторых углей — как энергетического сырья.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАРОК, ГРУПП И ПОДГРУПП УГЛЯ ПО ГЕНЕТИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ

Технологические подразделения			Генетические параметры				Примечание
марка	группа	подгруппа	класс	категория	тип	подтип	
Б	1Б	—	02, 03	Все категории	50 и выше	05, 10, 15, 20	—
		2Б	2БВ	02, 03, 04	0, 1, 2, 3	30, 40	05, 10, 15, 20
	2БФ		4 и выше		05, 10, 15		
	3Б	3БВ	03, 04, 05	0, 1, 2, 3	10, 20	05, 10, 15, 20	—
3БФ		04, 05	4 и выше	05, 10			
Д	—	ДВ	04 05 06 07	0, 1, 2, 3	40 и выше	00, 01	—
					36 »		
					34 »		
					30 »		
		ДФ	05 06 07	4 и выше	30 »	00, 01	—
					28 »		
					30 »		
ДГ	—	ДГВ	05, 06, 07	0, 1, 2, 3	32 »	06, 07, 08, 09	—
		ДГФ		4 и выше	30 »		

Г	1Г	1ГВ	05, 06, 07, 08	0, 1, 2, 3	38 »	10, 11, 12	—	
			08, 09		30 »	06, 07, 08, 09		
		1ГФ	05	4 и выше	30 »	10, 11, 12		
			06, 07		38 »	06, 07, 08, 09		
				08, 09		30 »		
	2Г	—	06, 07	Все категории	38 »	13, 14, 15, 16	—	
ГЖО	1ГЖО	1ГЖОВ	06, 07	0, 1, 2, 3	30, 32, 34, 36	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	—	
		1ГЖОФ		4 и выше				
	2ГЖО	2ГЖОВ	08, 09	0, 1, 2, 3	30, 32, 34, 36	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	—	
			08		36 и выше			
	2ГЖОФ	08, 09	4 и выше	30 »	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	—		
		08		36 »				
ГЖ	1ГЖ	—	05, 06, 07	Все категории	30 »	17 и выше	—	
	2ГЖ	—	08, 09		36 »	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25		
Ж	1Ж		08	Все категории	28, 30, 32, 34	14, 15, 16, 17	—	
			09, 10, 11		30, 32, 34			

Технологические подразделения			Генетические параметры				Примечание	
марка	группа	подгруппа	класс	категория	тип	подтип		
Ж	2Ж	—	08, 09	Все категории	36 и выше	26 и выше	—	
					30, 32, 34	18 »		
			10, 11		30 и выше	18 »		
КЖ			09, 10, 11, 12	Все категории	24, 26, 28	18 »	Тип 24 при $V^{daf}$ 25% и более	
К	1К	1КВ	10, 11, 12	0, 1, 2, 3	24, 26, 28	13, 14, 15, 16, 17	Тип 24 при $V^{daf}$ менее 25%	
					24 и ниже	13 и выше		
		1КФ			4 и выше	24, 26, 28		13, 14, 15, 16, 17
					24 и ниже	13 и выше		
	2К	2КВ	13, 14, 15, 16	0, 1, 2, 3	28 и ниже	13 и выше		—
		2КФ		4 и выше				
КО	1КО	1КОВ	08, 09, 10, 11	0, 1, 2, 3	22, 24, 26, 28	10, 11, 12	—	
		1КОФ		4 и выше	22, 24, 26, 28 20 и выше			

КО	2КО	2КОВ	11	0, 1, 2, 3	16, 18, 20	10, 11, 12	—
			12		28 и ниже		
			13		22, 24, 26		
		2КОФ	11	4 и выше	16, 18		
			12		28 и ниже		
			13		22, 24, 26		
КСН	—	КСНВ	08, 09, 10	0, 1, 2, 3	28 и ниже	06, 07, 08, 09	—
		КСНФ		4 и выше			
КС	1КС	1КСВ	11, 12, 13	0, 1, 2, 3	28 и ниже	06, 07, 08, 09	—
		1КСФ		4 и выше			
	2КС	2КСВ	14	0, 1, 2, 3	24 и ниже	06, 07, 08, 09	
		15, 16	06, 07, 08				
	2КСФ	14, 15, 16	4 и выше		06, 07, 08, 09		
ОС	10С	10СВ	13, 14	0, 1, 2, 3	20 и ниже	10, 11, 12	—
			15, 16			09, 10, 11, 12	
			17			10, 11, 12	
		10СФ	13, 14, 15, 16, 17	4 и выше	10, 11, 12		

Технологические подразделения			Генетические параметры				Примечание
марка	группа	подгруппа	класс	категория	тип	подтип	
ОС	20С	20СВ	17 и выше	0, 1, 2, 3	20 и ниже	06, 07, 08, 09	—
		20СФ		4 и выше			
ТС	—	ТСВ	14, 15, 16, 17, 18, 19	0, 1, 2, 3	20 и ниже	01	—
		ТСФ	14, 15 16, 17, 18, 19	4 и выше	16, 18 16 и ниже	01	
СС	1СС	—	07	Все категории	20, 22, 24, 26, 28	00, 01	—
			08, 09		34 и выше		
	2СС	—	08, 09, 10, 11, 12, 13	Все категории	26, 28, 30, 32	00, 01	
3СС	—	—	08, 09	Все категории	20, 22, 24	00, 01	
			10, 11, 12, 13		16, 18, 20, 22, 24		

СС	3СС	—	14 15, 16, 17	Все категории	16, 18, 20 18, 20	00	—
Т	1Т	1ТВ	15, 16, 17, 18, 19, 20	0, 1, 2, 3	12, 14, 16	00	Подтип 00 RI 2:4
		1ТФ	13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	4 и выше	12, 14		
	2Т	2ТВ	15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	0, 1, 2, 3	08, 10	00	То же
		2ТФ		4 и выше			
А	1А	1АВ	22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35	0, 1, 2, 3	20	60 и ниже	Классы 22—25 при $V_{daf}$ менее 8%
		1АФ		4 и выше	10 и выше		
	2А	2АВ	36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	0, 1, 2, 3	10 и выше	40 и выше	Подтип для углей контактового метаморфизма 20 и выше
		2АФ		4 и выше			
	3А	3АВ	45 и выше	0, 1, 2, 3	15 и ниже	50 и выше	
		3АФ		4 и выше			

ТАБЛИЦА 28  
НАПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
МАРОК, ГРУПП И ПОДГРУПП

Направление использования	Марки, группы и подгруппы
<b>I. Технологическое</b>	
1.1. Слоевое коксование	Все группы и подгруппы марок: ДГ, Г, ГЖО, ГЖ, Ж, КЖ, К, КО, КСН, КС, ОС, ТС и СС
1.2. Специальные процессы подготовки к коксованию	Все марки, группы, подгруппы углей, используемые для слоевого коксования, а также марок Т и Д (подгруппы ДВ)
1.3. Производство генераторного газа в газогенераторах стационарного типа:	
смешанного газа	Марки: КС, СС, группы: ЗБ, ГЖО, подгруппы: ДГФ, ТСВ, ГТВ
водяного газа	Группа 2Т, а также антрациты всех марок, групп и подгрупп
1.4. Производство синтетического жидкого топлива	Марка ГЖ, группы: 1Б, 2Г, подгруппы: 2БВ, 3БВ, ДВ, ДГВ, ГГВ
1.5. Полукоксование	Марка ДГ, группы: 1Б, 1Г, подгруппы: 2БВ, 3БВ, ДВ
1.6. Производство углеродистого наполнителя (термоантрацита) для электродных изделий и литейного кокса	Группы: 2А, 3А, подгруппы: 2ТФ и 1АФ
1.7. Производство карбида кальция, электрокорунда	Все группы и подгруппы антрацитов, а также подгруппа 2ТФ
<b>II. Энергетическое</b>	
2.1. Пылевидное и слоевое сжигание в стационарных котельных установках	Все марки, группы, подгруппы бурых углей и антрацитов, а также неиспользуемые для коксования все марки, группы, подгруппы каменных углей. Для факельно-слоевых топок антрациты всех групп, подгрупп не используются
2.2. Сжигание в отражательных печах	Марка ДГ, группы: 1Г, 1СС, 2СС
2.3. Сжигание в топках судов	Марки: Д, ДГ, СС, Т, А и неиспользуемые для коксования: марки: Г, ГЖ, Ж, КЖ, группа ГЖО
2.4. Сжигание в топках энергопоездов	Марки: Д, ДГ, Г, группы: 2СС, 3СС, подгруппа 3БВ
2.5. Сжигание в топках паровозов и используемых как топливо для коммунальных и бытовых нужд	Все марки, группы и подгруппы бурых углей и антрацитов, а также неиспользуемые для коксования все марки, группы и подгруппы каменных углей

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ. 28

Направление использования	Марки, группы и подгруппы
<b>III. Производство строительных материалов, в том числе:</b>	
3.1. Известы	Марки: Д, ДГ, СС, А, группы: 2Б и 3Б; а также неиспользуемые для коксования марки — ГЖ, К и группы 2Г, 2Ж
3.2. Цементы	Марки: Б, ДГ, СС, ТС, Т, А, подгруппа ДВ и неиспользуемые для коксования марки КС, КСН, группы 2Г и ГЖО
3.3. Кирпича	Неиспользуемые для коксования угли всех марок, групп, подгрупп
<b>IV. Прочие</b>	
4.1. Производство углеродных адсорбентов	Подгруппы: ДВ, ГГВ, ГГЖОВ, 2ГЖОВ
4.2. Производство активного угля	Группа 3СС, подгруппа 2ТФ
4.3. Агломерация руд	Подгруппы: 2ТФ, 1АВ, 1АФ, 2АВ, 3АВ

#### КЛАССИФИКАЦИИ ОКИСЛЕННЫХ УГЛЕЙ

Возможность использования окисленных углей для различных видов потребления зависит от глубины процессов окисления.

Для установления степени окисления углей используются химические и петрографические методы, регламентированные ГОСТ 8930—79. Химическим путем окисленность углей определяется по уменьшению теплоты сгорания углей, увеличению содержания фенольных и карбоксильных оксидов, выходу из исследуемых углей воды и двуоксида углерода по отношению к выходу этих компонентов из гуминовых кислот. Петрографически на аншлифах устанавливается выветрелость отдельных участков по наличию трещин, дезинтеграции зерен, пустот и каверн выщелачивания; определяется процентное соотношение суммарной площади выветрелых участков к общей площади исследуемых аншлифов. По результатам проведенных исследований отстраивается положение нижней границы зоны окисления углей.

Наиболее чувствительным к окислению технологическим свойством углей является их спекаемость, снижающаяся на глубинах, где другие показатели окисления не дают еще заметных отклонений. Утрата спекаемости обуславливает отнесение

окисленных углей в большинстве бассейнов и месторождений, где разрабатываются коксующиеся угли, пригодным, в лучшем случае, для энергетического использования. В случаях, когда селективная (раздельная с неокисленными) выемка окисленных углей при подземной разработке месторождений при ограниченности запасов этих углей и невыдержанном их качестве экономически неэффективна, запасы их обычно не подсчитываются. В Кузнецком бассейне частично окисленные каменные спекающиеся угли при изменениях показателей выхода летучих веществ и спекаемости, не выходящих за пределы, допускающих возможность использования их для коксования подсчитываются с отнесением их к технологическим маркам, группам и подгруппам соответственно фактическим значениям  $V_{daf}$  и  $u$ . Согласно ГОСТ 2111—75 эти угли могут использоваться для коксования по согласованию с потребителем.

При открытом способе разработки окисленные угли являются первоочередным объектом выемки, что обусловило создание классификаций (группировок) этих углей с учетом возможных направлений их потребления.

Так, классификацией окисленных каменных углей Кузнецкого и антрацитов Горловского бассейнов (ГОСТ 10020—83) предусмотрено подразделение их на две группы в зависимости от величины относительного уменьшения высшей теплоты сгорания на сухое беззольное состояние угля  $OK_Q$  и количества выветрелой массы угля  $OK_P$ . Угли I группы с  $OK_Q$  о 10%  $OK_P$  о 50% могут использоваться для всех видов потребления, за исключением коксования и углей марки Т для паровозов. Угли II группы с  $OK_Q$  более 10 до 25% включительно и с  $OK_P$  более 50% пригодны для пылевидного сжигания в стационарных котельных установках, находящихся в районах добычи углей или прилегающих к ним, и на специально запрограммированных установках с  $Q_s^{daf}$  менее 5980 ккал/кг (25,04 МДж/кг) по согласованию с потребителем. Величина  $Q_s^{daf}$  неокисленных углей и предельные значения ее для окисленных углей различных групп разрабатываемых месторождений приведены в табл. 29.

Группировкой добываемых открытым способом бурых окисленных углей Кивдо-Райчихинского и Архаро-Богучанского месторождений Нижне-Зейского бассейна (ГОСТ 14834—86) предусмотрено разделение их в зависимости от величины высшей теплоты сгорания  $Q_s^{daf}$  и массовой доли влаги в рабочем состоянии  $W_t^r$  на две группы. Окисленные угли указанных месторождений с  $Q_s^{daf}$  с 24,70 до 26,40 МДж/кг и  $W_t^r$  в до-Райчихинского не более 47%, а Архаро-Богучанского не более 45% могут использоваться для пылевидного сжигания. Угли II группы с величинами  $Q_s^{daf}$  меньшими, а  $W_t^r$  больше и против установленных для I группы должны использоваться только для производства удобрений в сельском хозяйстве. Если  $W_t^r$  не со-

ТАБЛИЦА 29

ЗНАЧЕНИЯ ВЫСШЕЙ ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОКИСЛЕННОСТИ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ КУЗНЕЦКОГО И АНТРАЦИТОВ ГОРЛОВСКОГО БАСЕЙНОВ

Марка неокисленного угля	Бассейн, месторождение	Высшая теплота сгорания на сухое беззольное топливо $Q_s^{daf}$ , МДж/кг (ккал/кг)			
		неокисленного, не менее	окисленного		
		I группы	II группы		
Д	<b>Кузнецкий бассейн</b> Уропское и Караканское, а также другие месторождения с аналогичными петрографическими характеристиками углей Талдинское	30,48 (7280)	<27,42 (6550) вкл. до 25,01 (5980)		
		31,82 (7600)	<28,61 (6840) вкл. до 25,01 (5980)		
		32,16 (7680)	<28,93 (6910) вкл. до 25,01 (5980)		
		32,21 (7700)	<29,01 (6930) вкл. до 25,04 (5980)		
		32,57 (7780)	<29,31 (7000) вкл. до 25,04 (5980)		
		33,41 (7980)	<30,06 (7180) вкл. до 25,01 (5980)		
		34,67 (8280)	<31,19 (7450) вкл. до 26,00 (6210)		
		33,54 (8010)	<30,19 (7210) вкл. до 25,87 (6180)		
		Ж, КЖ, К, К2, СС (СС), Ос, Т	<b>Горловский бассейн</b> Листвянское, Горловское и Ургунское		

МЕЖДУНАРОДНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

Группы по спекаемости		Число					
№ группы	Индекс свободного испучивания <i>Sf</i>	Индекс <i>Poga</i> <i>Rf</i>					
3	>4	>45			435		
			334		434		
			333		433		
			332		432		
		<i>a</i>   <i>b</i>					
2	21/ /2-4	>20-45	323		423		
			322		422		
			321		421		
1	1-2	>5-20	212		312	412	
			211		311	411	
0	0-1/2	0-5	100		200	300	400
			<i>A</i>	<i>B</i>			
Номер класса		0	1	2	3	4	
Параметры класса	<i>Vdaf</i> , %	0-3	>3-10		>10-14	>14-20	>20-28
			>3-6,5	>6,5-10			
	<i>Q<sub>s</sub><sup>af</sup></i>	-	-	-	-	-	
	ккал/кг	-	-	-	-	-	
	МДж/кг	-	-	-	-	-	

ТАБЛИЦА 30  
КАМЕННЫХ УГЛЕЙ И АНТРАЦИТОВ

по коду					Подгруппы по коксуемости		
№ подгруппы	Диагометр-рассеиватель <i>b</i>	Теплотворная способность		Тип кокса по Грей-Кингу <i>GK</i>			
535	635			5	>140	G8	
534	634			4	>50-140	G5-G8	
533	633	733		3	>0-50	G1-G4	
532	632	732	832	2	≤0	E-G	
523	623	723	823	3	>0-50	G1-G4	
522	622	722	822	2	≤0	E-G	
521	621	721	821	1	Только сжатие	B-D	
512	612	712	812	2	≤0	E-G	
511	611	711	811	1	Только сжатие	B-D	
500	600	700	800	900	0	Размягчение не происходит	A
5	6	7	8	9	Примечание:		
>28-33	>33-41	>33-44	>35-50	>42-50	332a при <i>Vdaf</i> 14-16% 332b — <i>Vdaf</i> 16-20%		
-	>7750	>7200-7750	>6100-7750	>6700-6100			
-	>32,15	>30,14-32,15	>25,53-30,14	>23,02-25,53			

ответствует принятым предельным значениям, группа угля устанавливается по величине  $Q_s^{daf}$ . Окисленным углям присваивается марка неокисленного угля, дополняемая группой по степени окисленности, например 2Б0К1, Д0К1 или 2Б0КП и Д0КП.

#### МЕЖДУНАРОДНЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ

Международная классификация каменных углей и антрацитов принята в 1956 г. Комитетом по углям Европейской экономической комиссии ООН. Границей между бурыми и каменными углями установлено значение высшей удельной теплоты сгорания в пересчете на условно влажное (96% относительной влажности при 30 °С) беззольное состояние  $Q_s^{af}$ . К каменным отнесены угли с  $Q_s^{af}$  более 23,87 МДж/кг.

Классификация построена по кодовой системе (табл. 30). Первая цифра кода — класс угля — характеризует его метаморфизм по выходу летучих веществ  $V^{daf}$ , или по теплоте сгорания  $Q_s^{af}$  углей с  $V^{daf}$  более 33%. Вторая цифра — группа угля — характеризует спекаемость углей по показателю свободного вспучивания  $SI$  или по индексу  $Pora RI$ , третья — подгруппа — коксуетость углей по показателю дилатации  $B$ , определенного методом Одибер-Арну или по типу кокса Грей-Кинга.

В международной классификации бурых углей, принятой тем же Комитетом в 1957 г., их подразделение произведено: на шесть классов — по естественной (рабочей) влажности  $W^e$  ( $W^r$ ) и на пять групп — по выходу первичной смолы  $T_{sk}^{daf}$

(табл. 31). Угли обозначаются кодовым четырехзначным числом, первые две цифры которого указывают их класс, вторые две — группу угля.

#### ГЛАВА 6

#### ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Угольное месторождение — пространственно обособленная площадь распространения угленосной формации, содержащая угольные пласты, разработка которых экономически целесообразна. Границы месторождения определяются геологическими и экономическими критериями. В соответствии с установленными принципами геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых определяются основные параметры кондиций — совокупность требований к качеству угля, минимальной мощности угольных пластов и горно-геологическим и экономическим условиям их отработки, обеспечивающей эффективное комплексное использование недр при соблюдении норм безопасного ведения горно-эксплуатационных работ и охраны окружающей среды.

При установлении границ месторождения учитываются четко проявляющиеся геологические факторы: контуры эрозионного среза угленосной формации (частей ее разреза, включающей рабочие пласты), разрывные нарушения, приводящие угленосные отложения в контакт с безугольными комплексами пород, литолого-фациальные осложнения характера угленосности (выклинивание, расщепление, размывы угольных пластов), структурные особенности залегания (положение, характер и элементы складок, флексур, крупных разрывных нарушений). В контурах угольных бассейнов с обширным непрерывным распространением угленосных формаций границами угольных месторождений часто принимаются элементы гидрографии, рельефа, ситуации дневной поверхности — контуры охранных целиков у крупных поверхностных водоемов, водотоков, населенных пунктов, капитальных сооружений, заповедников и т. п.

Границы месторождения на глубине принимаются с учетом потребности в запасах угля и намечаемых способов их вскрытия и отработки горизонтами, до которых экономически оправдана его разработка в ближайшей перспективе.

Угольные месторождения обладают рядом специфических природных особенностей, влияющих на горно-геологические условия их разработки. К ним относятся:

ТАБЛИЦА 31  
МЕЖДУНАРОДНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ БУРЫХ УГЛЕЙ

Индекс группы	Параметры групп — выход смолы из сухого беззольного продукта	Кодовые номера					
		10	11	12	13	14	16
40	25 и более	1040	1140	1240	1340	1440	1540
30	20—25	1030	1130	1230	1330	1430	1530
20	15—25	1020	1120	1220	1320	1420	1520
10	10—15	1010	1110	1210	1310	1410	1510
0	10 и менее	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Индексы классов		10	11	12	13	14	16
Параметры классов $W^e$ , %		До 20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70

1) значительное площадное распространение угольных пластов (залежей) при преимущественно небольшой их мощности. При разработке угля подземным способом это определяет очень крупные размеры площадей шахтных полей, вскрываемых и подготавливаемых к отработке участков, очистных забоев (лав) и связанную с этим сложность обеспечения устойчивости горных выработок с учетом горного давления, сдвигения и обрушения угля и вмещающих пород;

2) свойственная многим месторождениям высокая изменчивость морфологии, мощностей и строения угольных пластов, проявление их расщепления, наличие локальных и крупных разрывов, пораженность мелкой складчатостью, малоамплитудными разрывами, крайне осложняющими ведение горных работ и выемку запасов угля;

3) резкое различие в вещественном составе и свойства угля и вмещающих его пород (исключая локальные случаи перехода угля в углистые породы), что ограничивает возможность увеличения выемочной мощности угольного пласта при его утонениях (ниже кондиционной мощности) за счет присечки боковых пород. Значительная фациальная изменчивость вмещающих пород на сравнительно небольших расстояниях обуславливает необходимость проведения большого объема изучения инженерно-геологических свойств пород кровли и почвы угольных пластов;

4) повышенная сложность гидрогеологических условий — наличие в угленосных отложениях, как правило, ряда изолированных и взаимосвязанных пластовых порово-трещинных водоносных горизонтов, нередко напорного характера, в результате приуроченности многих угольных месторождений к отрицательным замкнутым структурам; при этом наиболее высокая водообильность связана с угольными пластами, обладающими повышенной трещиноватостью и водопроницаемостью;

5) метаносность, присущая почти всем месторождениям каменных и частично бурых углей повышенной степени углефикации. На современных глубинах разработки метаносность углей изменяется от единиц до 40 м<sup>3</sup>/т горючей массы, нередко метан образует крупные скопления в породах-коллекторах и интенсивно выделяется при разрушении угольного массива — при горных ударах, вскрытии тектонических и ослабленных зон, посадке кровли, взрывании пород и т. п. Газодинамические явления — суфлярные выделения метана, интенсивное его выделение, внезапные выбросы с углем или породой крайне осложняют ведение горных работ и представляют исключительную опасность для жизни людей;

6) склонность углей к самовозгоранию, образованию взрывоопасной и вредной для здоровья людей (антракоз) угольной пыли.

Существенное значение для условий разработки месторождений имеет их местоположение по отношению к элементам современного рельефа, уровням грунтовых вод, районам распространения многолетней мерзлоты и сейсмической активности.

#### МОРФОЛОГИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Основные формы залегания углей — пластовые и линзовидные тела, распространенные на обширных пространствах (от сотен квадратных метров до сотен квадратных километров) при небольшой по сравнению с площадью мощностью (от нескольких сантиметров до нескольких десятков, редко до первых сотен метров). Для пластов и их локальных участков с уникальной (десятки и первые сотни метров) мощностью употребляется термин — «угольная залежь».

В отечественной практике подземной разработки углей угольные пласты по мощности подразделяются на группы: весьма тонкие (до 0,7 м), тонкие (0,71–1,2 м), средней мощности (1,25–3,5 м) и мощные (более 3,51 м). Преобладающая часть угольных пластов в природе относится к весьма тонким и тонким, значительное число — к группе средней мощности. Последние являются основными объектами подземной разработки углей, но в добыче каменных углей значительная ее доля приходится на тонкие пласты. В Донецком бассейне разрабатываются также весьма тонкие (0,55–0,6 м и выше) пласты каменных коксующихся углей особо ценных марок и антрацитов.

Количественная распространенность мощных и сверхмощных угольных пластов (залежей) относительно невелика. От общего числа угольных пластов мощностью более 1 м, заключенных в 163 разведанных месторождениях СССР, содержащих мощные и сверхмощные залежи, мощность более 10 м имеют 9,6%, более 30 м — 2,3% [2]. Но содержащиеся в таких пластах запасы угля составляют около 30% общих разведанных в СССР запасов. Эти пласты являются объектами осуществляемой и намечаемой крупномасштабной, наиболее эффективной открытой разработки. Единичные мощные (до 15 м) и сверхмощные (до 20 м и более) пласты известны в верхнепалеозойских угленосных формациях, образовавшихся в краевых и внутренних глубоких прогибах складчатых областей (например, в Печорском, Кузнецком, Горловском бассейнах). Они приурочены обычно к верхним интервалам стратиграфических (литологических) подразделений (свит, подсвит), где образуют относительно неширокие зоны слияния групп пластов меньшей мощности. Наличие таких зон в некоторых месторождениях Кузнецкого и Горловского бассейнов связано с проявлением тектонических раз-

дувов угольных пластов в замках и на крыльях линейных складок в областях интенсивной складчатости угленосных толщ. Благоприятные для формирования мощных угольных залежей условия создавались при развитии относительно небольших по размерам асимметричных грабен-синклиналей на каледонском складчатом основании — Экибастузский бассейн, Куучекинское, Борлинское месторождения.

Высокой масштабностью распространения мощных и сверхмощных угольных пластов характеризуется мезозойское углеобразование. В бассейнах и месторождениях, связанных с развитием асимметричных грабенов в палеозойском и более древнем фундаменте (Челябинский, Тургайский, Майкубенский бассейны, Серовский угленосный район, Забайкалье), сформировались мощные (десятки, первые сотни метров) угольные залежи, которые резко и контрастно расщепляются и выклиниваются в сторону наибольшего прогибания и по простиранию структур. Размеры площадей с компактным строением колеблются в пределах от нескольких до десятков квадратных километров. В предгорных и межгорных впадинах краевых частей платформ (Южно-Якутский, Канско-Ачинский, Иркутский бассейны, районы Средней Азии) расщепление и выклинивание мощных угольных залежей (пластов) происходит более постепенно: зоны слитного, часто простого, строения, распространены на значительных (десятки и сотни квадратных километров) площадях.

Широко распространены мощные и сверхмощные угольные пласты (залежи) в угленосных формациях кайнозойского возраста, сформировавшихся во впадинах, образование которых связано с солемиграционными (Южно-Уральский бассейн, Новодмитровское месторождение Днепровско-Донецком прогибе), или с эрозионно-тектоническими процессами (Днепровский бассейн). Залежи имеют обычно линзовидную форму с максимальной мощностью в несколько десятков, иногда 100 м и более, умеренно сложное и простое строение; площади их колеблются в пределах от нескольких до 100—200 км. Мощные залежи угля этого возраста выявлены также в месторождениях, связанных с развитием наложенных впадин в складчатых (Вахрушевское, Новиковское, о. Сахалин) и платформенных (Свободное, Тыгдинское, Сергеевское, Амурская обл.), неотектонических впадин (Бикинское, Ланковское, Мелководненское в Приморье и сев.-вост. районах СССР).

Угли мощных и сверхмощных пластов (залежей) верхнепалеозойского возраста в основном каменные и антрациты, мезозойского — преимущественно бурые плотные, иногда каменные (Нерюнгринское месторождение Южно-Якутского бассейна), кайнозойского — в основном бурые мягкие, реже бурые плотные.

**Строение** угольных пластов изменяется от простого (без породных прослоев) и умеренно сложного (с наличием одного или нескольких породных прослоев) до очень сложного (при переслаивании многочисленных угольных и породных прослоев). На некоторых месторождениях (например: Челябинского, Экибастузского бассейнов, Ангреевского и др.) угольные залежи (пласты) представлены сложно построенными угольно-аргиллитовыми зонами. Породные прослои в угольных пластах сложены глинистыми, глинисто-песчаными, реже песчаными разностями пород, а также в различной степени углефицированными разновидностями. Они неоднородны по составу и характеру контактов, обычно характеризуются изменчивой мощностью и распространением, за исключением тонштейнов — маломощных (несколько сантиметров) глинистых образований, сложенных каолинитом, реже монтмориллонитом и гидрослюдистыми минералами, хорошо выдерживающихся в некоторых месторождениях на больших площадях.

Общая изменчивость морфологии угольных пластов, их мощностей и строения — следствие неравномерности (в пространстве и времени) знаков, амплитуд и скоростей микроколебательных движений на площадях торфообразования. Почти для всех угольных пластов характерно их расщепление, направленное в сторону наибольшего погружения субстрата торфяников, а также к ограничивающим их открытым водоемам. В ряде случаев расщепление пластов сменяется слиянием отщепившихся слоев. На площадях распространения почти любого пласта выделяются разновеликие зоны слитного (компактного) и в различной степени расслоенного состояния (рис. 15). Общая мощность пластов (залежей) в зонах расслоения возрастает за счет увеличения мощностей породных прослоев, отщепленные угольные слои часто приобретают значение самостоятельных объектов разработки и геолого-промышленной оценки.

В некоторых случаях верхние слои расщепившегося угольного пласта сливаются с нижними слоями смежного выше залегающего пласта, образуя т. н. Z-образное расщепление (рис. 15, б), проявляющееся на значительных площадях в замкнутых контурах. Закономерно односторонне направленное расщепление пласта обычно сопровождается выклиниванием угольных слоев и уменьшением суммарной по разрезу угольной массы до полной утраты промышленного значения (рис. 15, в).

На фоне общей разномасштабной изменчивости морфологии, мощностей и строения угольных пластов появляются локальные осложнения, обусловленные рядом сингенетических торфообразованию факторов и воздействием на сформировавшиеся угольные пласты эпигенетических процессов.

К сингенетичным торфообразованию факторам такой изменчивости относятся:

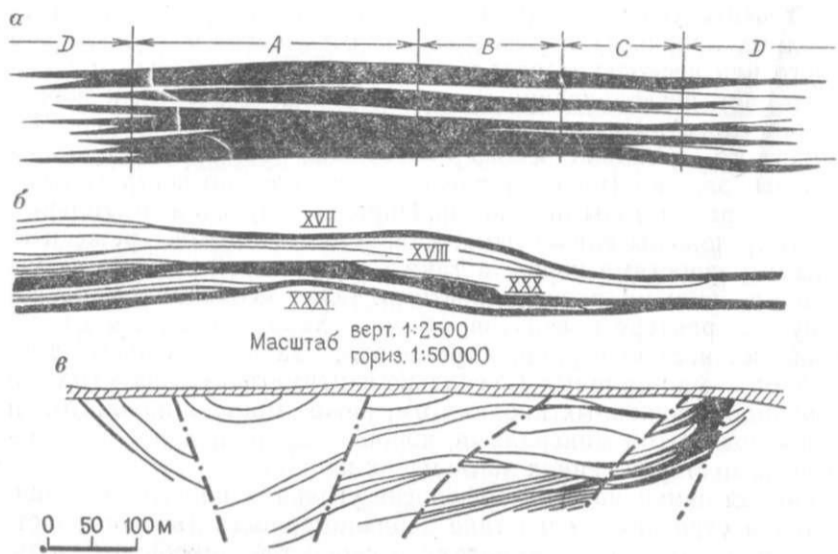


Рис. 15. Расщепление угольных пластов:

*a* — принципиальная схема расщепления. Зоны: *A* — слитного (компактного) строения, *B* — расслоенного, *C* — расщепленного состояния, *D* — выклинивания. Горизонтальный масштаб в сравнении с вертикальным сильно уменьшен. Расщепление пластов: *b* — по простиранию (Кузнецкий бассейн); *в* — по падению (Челябинский бассейн).

неровности ложа торфяника, фиксируемые отсутствием на приподнятых участках палеорельефа нижних слоев пластов; эвстатические, многолетние и сезонные колебания уровня грунтовых вод, приводящие к прерывистости торфообразования, образованию внутрипластовых породных прослоев, смене автохтонного и аллохтонного характера торфообразования;

разрушение и смыв торфа паводковыми водами, протекающими на площади торфообразования поверхностными водотоками; привнос илистого (алевроитового, песчаного) материалов, которые также обуславливали образование внутрипластовых породных прослоев;

различная степень сокращения (усадки вещества) при диагенезе слагающих пласты органогенных и кластических разновидностей пород.

Эпигенетические воздействия заключались в проявлении:

овражно-речных и морских (бассейновых) размывов (рис. 16), срезающих верхние слои пластов, иногда нацело пласт (группу смежных пластов); аналогичным является выпаживающее воздействие надвигающихся ледников;

послойных смещений угольного вещества при растяжении

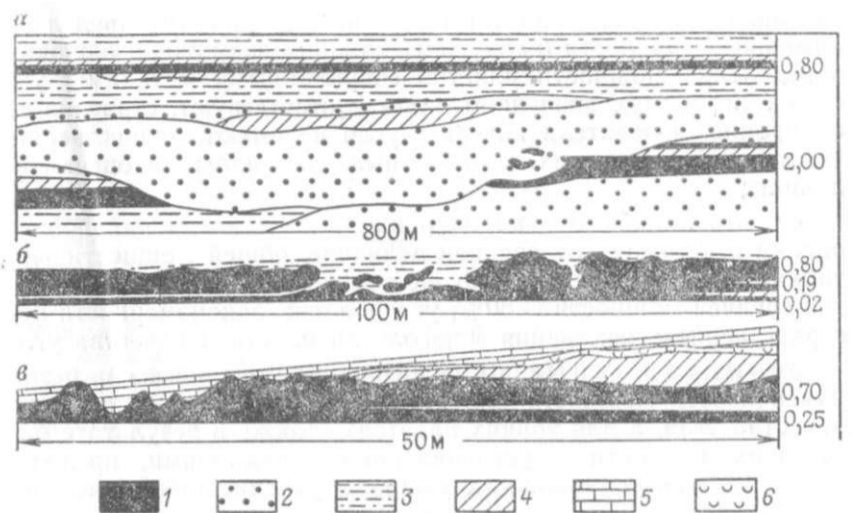


Рис. 16. Размывы угольных пластов:

*a* — Анжерский р-н, Кузбасс; *б, в* — Красноармейский р-н, Донбасс.  
1 — уголь; 2 — песчаник; 3 — алевролит; 4 — аргиллит; 5 — известняк; 6 — ракушечник

или сжатии пластов в процессе складкообразования (тектонических раздувов и пережимов);

ассимиляции угля внедрявшимися в пласт магматическими породами;

выгорания угольных пластов в зонах близких к дневной поверхности;

локальных просадок пластов при карстовых процессах в подстилающих угленосные отложения толщах и др.

В условиях весьма значительной площадной распространенности угленосных формаций и угольных пластов конкретными объектами промышленного освоения, и соответственно разведки и геолого-экономической оценки, обычно являются ограниченные по размерам угленосные площади — части крупных месторождений, геолого-промышленных районов, угольных бассейнов, запасы угля которых обеспечивают работу угледобывающих предприятий (шахты, разрезы) при установленных технико-экономическими расчетами оптимальных производственных мощностях и сроках действия. Применительно к таким конкретным объектам, угольные пласты, намечаемые к отработке подземным способом, по выдержанности мощности и строения подразделяются на следующие группы:

выдержанные, когда на площади, для которой производится оценка, отклонения от средней величины общей мощности для тонких пластов, как правило, не превышают 20%, для пластов средней мощности — 25%, при этом для тонких пластов низ-

шее значение превышает установленный кондициями предел минимальной мощности более, чем величина возможной ошибки в определении мощности пластов современными методами; участки с нерабочим значением пласта отсутствуют, строение его однородно, показатели качества угля не имеют существенных отклонений от средних, характерных для площади оценки величины;

относительно выдержанные, когда на площади оценки отклонения от средней величины общей мощности для тонких пластов, как правило, не превышают 35%, а для пластов средней мощности — 50%; установлены закономерности пространственного изменения морфологии пласта и качества угля;

невыдержанные, когда на площади оценки, из-за резкой изменчивости мощности или строения пластов и показателей качества угля, а для тонких пластов — также в результате близости их мощности к установленным кондициями пределов, пласт на многих локальных участках утрачивает рабочее значение.

Степень выдержанности мощных пластов (залелей) оценивается в каждом конкретном случае с учетом геологической изменчивости их мощности, морфологии и качества угля, а также намеченного способа отработки (валового или селективного).

**Угленосность** — совокупность данных о числе и распределении пластов угля в разрезе угленосной формации (толщи) и для каждого из них — о форме и размерах площадей распространения, глубинах залегания, предельных и срединадинамических (преобладающих) значениях их мощности является важнейшей характеристикой угольных месторождений. Для разведанных месторождений (участков крупных месторождений) указанные данные сопровождаются оценкой выдержанности мощности, строения пластов, качества угля и горно-геологических параметров и анализом основных закономерностей в пространственном изменении каждого из этих показателей.

Для общей сравнительной характеристики угольных бассейнов и месторождений, а также для производства количественной оценки прогнозных ресурсов угля на слабо изученных их частях и мало исследованных территориях используются величины коэффициентов угленосности и значений углеплотности угленосных формаций (свит, горизонтов).

Коэффициент угленосности выражается процентным отношением суммарной мощности всех или только рабочих пластов к общей мощности содержащих их угленосной формации (свиты, горизонта). В первом случае он отражает общий масштаб углепроявления соответствующего стратиграфического (или литологического) подразделения, во втором — его промышленную продуктивность.

ТАБЛИЦА 32

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕНОСНОСТИ ОСНОВНЫХ БАССЕЙНОВ СССР

Бассейны	Коэффициент угленосности, %		Углеплотность разведанных месторождений, млн т/км <sup>2</sup>
	общий	рабочий	
Донецкий	0,6—1,9	0,09—0,7	1,2—5
Кузнецкий	1—10	0,2—9	18—30
Карагандинский	2,8	0,3—4,5	5,5—14
Экибастузский	9—21	6—16	140
Печорский	1,5—24	2—19	2—4
Челябинский:	0,6—8	0,1—6	3—10
Коркинское м-ние	—	—	150
Канско-Ачинский	1,5—24	2—19	14—25 (до 65)
Подмосковный	5—23	0—20	0,08—3
Днепровский	—	—	2,7—12

Углеплотность оценивается количеством запасов угля в угленосной формации (свите, горизонте), приходящимся на единицу площади ее общего распространения или в принятых границах геологическо-промышленной оценки.

Данные о величинах коэффициентов угленосности и углеплотности основных угольных бассейнов СССР приведены в табл. 32.

#### ТЕКТОНИКА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Известные угольные бассейны и месторождения в большинстве случаев представляют собой разобщенные останцы первоначальных площадей углеобразования, сохранившиеся от денудации в отрицательных структурах земной коры (иногда в положительных формах рельефа горных областей). Они обычно ограничены контурами современного эрозийного среза угленосности формаций или крупными разломами, по которым эти формации контактируют с безугольными отложениями. Наибольшая сохранность первоначальных площадей углеобразования характерна для внутриплатформенных областей, где границы месторождений определяются контурами выклинивания залегающих почти горизонтально угольных пластов.

Значительные по размерам (от единиц до десятков и сотен тысяч квадратных километров) площади непрерывного или разобщенного (островного) распространения угленосных формаций, образование которых явилось следствием геологического развития в определенный период истории земли крупного структурного элемента земной коры, называются угольными бассейнами.

Некоторые из них, связанные с развитием глубоких прогибов в земной коре (Донецкий, Кузнецкий, Печорский, Ленский, Ка-

ТАБЛИЦА 33  
КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР ПО РАЗМЕРАМ [23]

Класс	Размер	Пликативные		Разрывные	
		Протяженность длинной оси (основной параметр)	Амплитуда (вспомогательный параметр)	Протяженность сместителя (основной параметр)	Стратиграфическая амплитуда (вспомогательный параметр)
Первый	Очень крупные	Около 100 км и более	Обычно более 1 км (до 10 км)	Около 100 км и более	Около 1000 м и более
Второй	Крупные	10—100 км	До 3 км	10—100 км	Сотни метров и более
Третий	Средние	1—15 км	Сотни метров, редко более 1 км	1—10	Десятки метров и более
Четвертый	Мелкие	Сотни метров — 1 км	Десятки — сотни метров	Сотни метров — 1 км	3—25 м
Пятый	Очень мелкие	Метры — десятки метров	Метры — десятки метров	Десятки метров — 100 м	Десятые доли метра — 3 м

рагандинский и др.). представляют собой сложно построенные синклинии с зональным проявлением тектоники угленосных формаций. Вытянутые вдоль пригеосинклинальных (приразломных) областей зоны линейных складок переходят в обширные площади развития брахиформной гребневидной или коробчатой складчатости с постепенной сменой в направлении приплатформенных областей куполовидными складками и волнистым моноклинальным залеганием; соответственно изменяются характер (от взбросо-надвигового до преимущественно сбросового) и интенсивность проявления разрывных нарушений. В табл. 33 приведена классификация тектонических элементов по их размерности, разработанная в основном по материалам изучения наиболее крупных угольных бассейнов, но пригодная для характеристики других бассейнов и самостоятельных угольных месторождений.

Тектоника бассейнов, связанных с развитием менее глубоких прогибов, наложенных на отрицательные структуры в древнем складчатом основании (например, Минусинский, Экибастузский, Майкубенский, Улугхемский и др.), образовавшихся в крупных предгорных и межгорных впадинах на окраинных частях древних платформ (Канско-Ачинский, Иркутский), а также в областях проявления соляной тектоники (Южно-Уральский, Урало-Каспийский), относительно простая. Угленосные формации выполняют разобщенные контурами генетического выклинивания или процессами денудации, изометричные или вытянутые, симметричные или асимметричные пологие брахиструктуры второго и третьего классов, осложненные в различной степени

складчатостью более мелких классов и разрывными нарушениями обычно выше четвертого класса. Сложным строением характеризуются бассейны, связанные с развитием в мезозойское время грабенов в палеозойском и более древнем фундаменте (Челябинский, Угловский, Партизанский), где многочисленные системы различно ориентированных разрывов создали сложную мелкоблочную структуру залегания угленосных толщ. Внутриплатформенные бассейны (Подмосковный, Нижне-Зейский, Днепровский) характеризуются пологим (близким к горизонтальному) залеганием, местами осложненным карстовыми процессами или диапирами.

Структурные особенности угольных бассейнов — один из основных критериев геолого-промышленного районирования их территории и выделения на ней месторождений — объектов самостоятельного промышленного освоения и детального изучения.

Применительно к месторождениям основными пликативными формами залегания угленосных формаций (угольных пластов) являются:

горизонтальное и близкое к нему полого-волнистое; моноклинальное;

изометричные и вытянутые брахиформы, преимущественно синклинали, куполовидные поднятия;

зоны линейной складчатости — комплекс чередующихся крутых и узких синклинальных и антиклинальных складок.

Горизонтальное (полого-волнистое) и моноклинальное залегания могут иметь как общий, так и частный — соответственно принадлежности к тому или иному элементу (крыльям, седлу, мульде) крупной складки — характер.

По углам падения пород (угольных пластов) различают: пологое (до 18°), наклонное (19—35°), круто-наклонное (36—55°) и крутое (56—90°) залегания.

Разрывные нарушения по морфологическим признакам подразделяются на сбросы, взбросы (с падением плоскости сместителя под углом более 30°), надвиги (менее 30°) и сдвиги.

Крупные по размерам разрывные нарушения (1—3 классов) обычно принимаются в качестве границ месторождений, выделяемых на них шахтных (карьерных) полей, 3—4 классов — границ эксплуатационных участков. Для горно-геологических условий отработки угля особое значение имеет малоамплитудная нарушенность (5-й класс тектонических структур) с различной степенью проявления, развитая почти во всех месторождениях, где угленосные отложения приурочены к просядочным тектоническим впадинам в консолидированном фундаменте или подверглись складкообразованию. В складчатых месторождениях малоамплитудные нарушения пликативного характера проявляются в виде мелких складок, флексур, гофрировки. Послойные перемещения угля по внутривпадовым трещинам сопро-

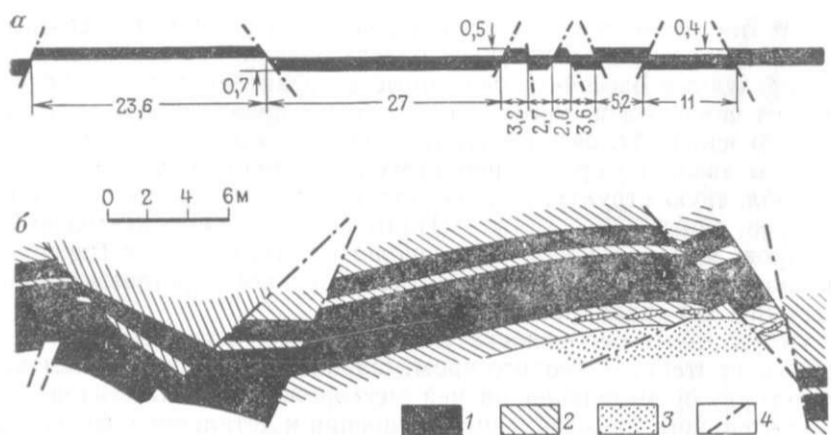


Рис. 17. Малоамплитудная нарушенность угольных пластов.  
Бассейны: а — Донецкий, б — Угловский.  
1 — уголь; 2 — аргиллиты; 3 — песчаники; 4 — разрывные нарушения. Размеры даны в метрах

вождаются местными раздувами и пережимами пластов без разрыва сплошности последних. Разрывные нарушения с амплитудами от долей до нескольких метров распространены как одиночно, так и с образованием групп и систем взаимных мелкоблоковых подвижек угольного пласта (рис. 17) в зонах воздействия растягивающих и сжимающих усилий. Подчиненность ориентировки, морфологии и размещения малоамплитудных нарушений характеру и местоположению более крупных разрывов обычно ограничивается относительно небольшими прилегающими к ним зонами; на некоторых участках развития крупных нарушений проявляется система мелких разрывов ступенчатого характера с суммарной амплитудой смещения по ним пород, близкой к амплитуде крупного нарушения. Малоамплитудная разрывная нарушенность, обусловленная подвижками фундамента в процессе формирования угленосных толщ или в последующей истории геологического развития района, обычно проявляется в виде систем мелких парных сбросов. Нередко мелкие сбросы являются следствием процессов карстообразования в подстилающих угленосные формации породах, оползней и обрушений угленосных толщ при складкообразовании, а также дифференцированной просадки отдельных участков угольных пластов при различной степени усадки (при диагенезе) подстилающих эти пласты песчаных и глинистых разностей пород.

Разнообразная причинность проявления малоамплитудной нарушенности при невыдержанности мощностей и пространственного распространения слагающих угленосную толщу пород с различной компетентностью отдельных слоев обуславливает су-

щественные отличия в площадной пораженности мелкими нарушениями смежных угольных пластов.

По степени сложности условий залегания угольных пластов, обусловленных структурными особенностями, угольные месторождения условно могут быть подразделены на три основные группы:

1) простого (рис. 18,а) или относительно простого (рис. 18,б) строения. Залегание пластов ненарушенное (горизонтальное, пологоволнистое), при нарушенном залегании элементы основных складчатых структур выдержаны или в определенном направлении закономерно переходят от крутого падения к наклонному и пологому; складчатость более мелких порядков развита слабо. Разрывные нарушения определяют лишь крупноблоковую структуру месторождения (участка, разреза, шахтного поля); в пределах таких блоков размерами в несколько квадратных километров элементы залегания пород выдержаны, разрывные нарушения более мелких порядков имеют ограниченное распространение;

2) сложного строения (рис. 18, в). Залегание пластов сложноскладчатое с локальными резкими изменениями гипсометрии пластов, осложненное разрывными нарушениями, создающими блоковую структуру площадей распространения пластов, и развитием зон проявления складчатости и разрывов мелких порядков;

3) очень сложного строения (рис. 18, г). Залегание пород осложнено интенсивным проявлением разрывных нарушений, создающих мелкоблоковую, иногда чешуйчатую структуру площадей распространения угольных (сланцевых) пластов.

#### ПРОЧНОСТНЫЕ И ДРУГИЕ СВОЙСТВА ВМЕЩАЮЩИХ УГОЛЬ ПОРОД

Вмещающие уголь породы представлены в основном разностями обломочных пород различного гранулометрического и вещественного состава, реже известняками и вулканогенными породами.

Физико-механические свойства основных литотипов пород (песчаники, алевролиты, аргиллиты) зависят от вещественного состава зерен и цемента; зернового состава и размеров зерен; структурных и текстурных особенностей; изменений вещественного состава, структуры и текстуры разностей пород, обусловленных эпигенетическими процессами; водонасыщенности.

Показатели физико-механических свойств пород в различных частях угольных бассейнов (крупных), месторождений изменяются в широких пределах (табл. 34). Резко снижается прочность пород в зонах выветривания, глубина которых достигает десятков и первых сотен метров от дневной поверхности.

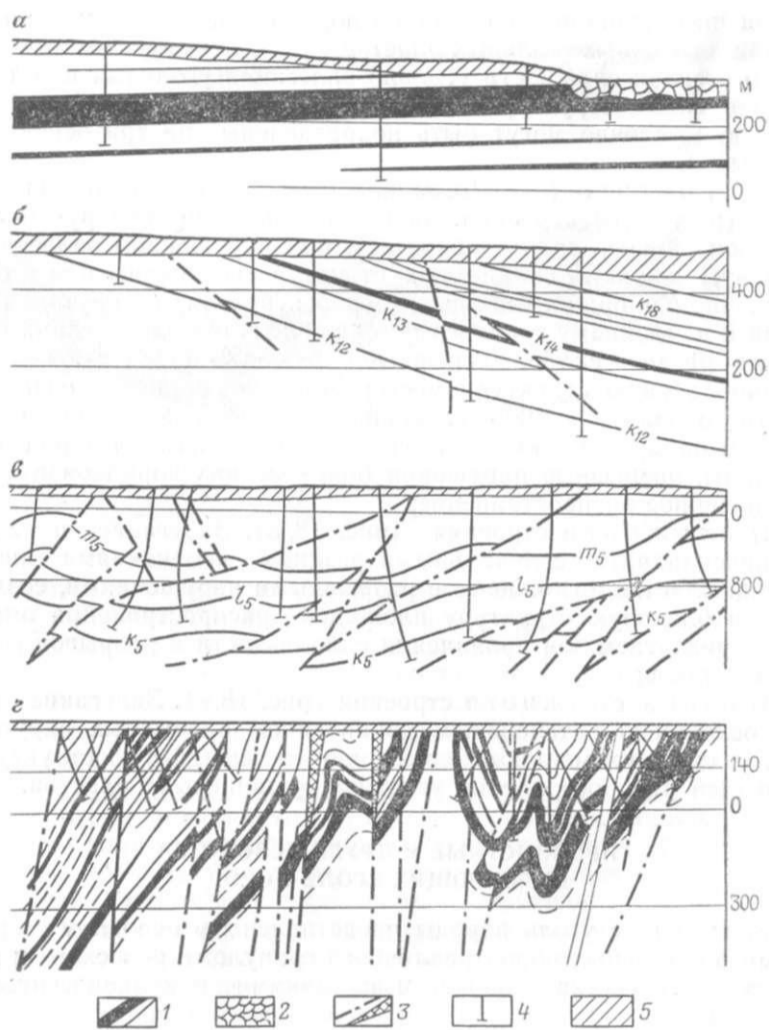


Рис. 18. Месторождения различной сложности тектонического строения: а — Итатское Канско-Ачинского бассейна; б — Саранский участок Карагандинского бассейна; в — Алмазно-Марьевский район Донецкого бассейна; г — Бачатский район Кузнецкого бассейна. 1 — угольные пласты; 2 — «горельники»; 3 — разрывные нарушения различных амплитуд; 4 — скважины; 5 — покровные отложения

Водонасыщение пород понижает их прочность при начальном эпигенезе на 35—50%, при глубинном эпигенезе — до 25%, при начальном метаморфизме — на 10—15%.

**Кровли пластов** подразделяются на ложную, непосредственную и основную. Ложная кровля — слои пород небольшой

(до 0,5—0,6 м) мощности, находящиеся непосредственно над угольным пластом, обрушение происходит одновременно с выемкой угля. Непосредственная кровля — толща пород, залегающая непосредственно над угольным пластом или ложной кровлей, обрушение ее происходит вслед за удалением или передвижением крепи. Основная кровля — толща крепких устойчивых пород, залегающая над угольным пластом или над непосредственной и ложной кровлями, обладающая свойством зависеть и обрушаться при выемке угля на значительной площади.

Породы ложной кровли чаще всего представлены песками, глинами или тонкослоистыми аргиллитами (реже алевролитами) с микрослойками углистого материала, который, распределяясь по плоскостям наложения, способствует образованию тонких плиток. Контакт ложной кровли с вышележащими слоями проходит по плоскостям разрыва, гладким поверхностям пластовой отдельности, послонных подвижек с перетертыми глинистыми материалами и определяется, прежде всего, незначительностью или отсутствием сцепления ее с вышележащими породами. Возникновению ложной кровли способствуют образование поверхностей ослабления в

ТАБЛИЦА 34  
ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАТИВНЫХ СВОЙСТВ ПОРОД УГЛЕНОСНЫХ ТОЛЩ НЕКОТОРЫХ УГОЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ

Бассейны	Прочность на одноосное сжатие, σ, МПа			Модуль упругости E, Па			Коэффициент Пуассона ν		
	Песчаники	Алевролиты (песчаный сланец)	Аргиллиты (глинистый сланец)	Песчаники	Алевролиты	Аргиллиты	Песчаники	Алевролиты	Аргиллиты
Донецкий	21—260	20—245	13—166	1,10—6,70	0,16—7,66	0,22—8,38	0,02—0,5	0,07—0,4	0,05—0,5
Печорский	80—164	48—139	45—84	2,65—5,74	—	—	0,19—0,27	—	—
Карагандинский	13—145	3,0—84	0,3—38	0,22—3,41	0,36—1,75	0,11—2,15	0,16—0,32	0,28—0,57	0,30—0,41
Кузнецкий	7,0—158	18—116	11—115	2,49—5,84	0,21—5,10	0,45—2,14	0,16—0,26	0,18—0,32	0,17—0,31
Кизеловский	75—247	52—175	—	—	—	—	—	—	—
Челябинский	2—8	5,0—21	0,7—22	—	—	—	—	—	—

связи с послойным скоплением слюдястых минералов, однозначной ориентировкой глинистых частиц, подвижками по стратиграфическим контактам, развитием интенсивной площадной трещиноватости и мелкоамплитудных разрывов, а также ослабление механической прочности пород и сцепления на контактах под влиянием увлажнения и выветрелости пород.

Устойчивость пород непосредственной кровли, сложенной обычно глинистыми и песчано-глинистыми разностями, зависит от их литологического и минерального состава, способности к расслоению, характера трещиноватости, интенсивности проявления мелкоамплитудных разрывов, выветрелости и обводненности пород. Она возрастает с повышением степени эпигенеза пород, а также при преобладании в составе обломочных зерен твердых минералов (например кварца), кремнистом составе цемента, проявлении цементации разьединения, когда цемент не только заполняет промежутки между зернами, но и корродирует их. Вне зависимости от мощности слоев обрушаются после удаления крепи породы с пределом прочности при сжатии до 45—55 МПа; ниже определенного предела мощности слоя или пластовой отдельности обрушаются и более прочные породы. Независимо от литологического состава неустойчивыми являются интенсивно выветрелые обводненные и интенсивно нарушенные породы, а также породы на участках, находящихся вблизи крупных разрывных нарушений.

Горно-геологические свойства основной кровли, представленной песчаниками, известняками, крепкими алевролитами (глинистыми сланцами), проявляются в форме первичных и вторичных (периодических) осадок после их зависания при подвигании очистных забоев. Чем выше прочность пород, тем большим становится шаг первичной (расстояние отхода очистного забоя до первого обрушения пород) и вторичной (величина отхода забоя в период между смежными обрушениями) осадок. По литологическим, тектоническим и гидрогеологическим признакам и показателям деформативных и пластических свойств выделяются легко-, средне- и труднообрушаемые типы основных кровель.

Наличие в кровле пластов песчаников или известняков часто является следствием эпигенетических размывов угольных пластов. Контакты этих пород с углем в этих случаях резкие, поверхности раздела неровные со следами перемыва и переотложения. Случаи сингенетического углеобразованию перекрытия угля песчаными разностями пород относительно редки.

**Почвы** угольных пластов обычно представлены глинистыми и песчано-глинистыми, редко песчаными и карбонатными, разностями пород. Для почв многих угольных пластов характерны: отсутствие слоистости, неоднородное комковатое строение, наличие остатков и следов корневых систем растительности (на-

пример «кучерявчики» в Донбассе), хорошо выраженных признаков каолинизации. Переход их в уголь в этом случае постепенный с промежуточными слоями углистых глин и высокозольных углей. Но во многих случаях имеют место резкие границы поверхностей раздела и четко выраженная слоистость подстилающих уголь пород. Аналогичный характер контактов свойственен внутрислоевым породным прослоям.

Почвы пластов (как и кровли) подразделяются на ложные, непосредственные и основные. Ложная и непосредственная почвы при разработке крутозалегающих пластов склонны к сползанию (с завалом очистных выработок) и пучению. Пучение (поддувание) почвы угольных пластов свойственно в наибольшей степени глинистым гидрофильным породам. Усилению этого процесса способствуют увлажнение пород, низкая степень их литификации, возрастание глубины разработки пластов, наличие в почве угольных пропластков, слоистость, трещиноватость и другие структурные ослабления. Вдавливание стоек крепи в почву в основном происходит в углисто-глинистых аргиллитах, сильно глинистых алевролитах с низкими показателями прочности. Этому процессу способствует также наличие труднообрушаемой основной кровли, при осадке которой резко возрастает горное давление. На интенсивность сползания относительно маломощных (до 1 м) слоев ложной и непосредственной почвы при углах падения более 40—45° влияют низкая механическая прочность пород, наличие в почвах угольных прослоев, увлажнение пород.

**Горные удары.** Накопление потенциальной энергии упругого сжатия горных пород и высвобождение ее при быстропотекающем разрушении предельно напряженных участков углей и пород выражается в «стрелянии», толчках, микроударах и горных ударах. Горные удары, сопровождающиеся выбросом значительных масс угля (пород) в горную выработку и возникновением мощной воздушной волны, по своей разрушительной силе и внезапности проявления исключительно опасны и прогнозу их возникновения уделяется большое внимание. Установлено, что удароопасность тесно связана с прочностью и структурными особенностями покрывающих уголь отложений и угля, углами их падения, глубинами разработки; чем ниже прочность угля и круче углы падения пород, тем меньше глубина разработки, при которой возникают горные удары.

На большинстве месторождений к удароопасным относятся песчаники, известняки, пластовые жилы изверженных пород с пределом прочности на сжатие не менее 100 МПа при мощности слоев 10 м и более. Горные удары возникают более часто и с большей разрушительной силой на пологих пластах. Удароопасность повышается при наличии разрывных нарушений, разделяющих горный массив на крупные блоки.

**Пыленосность и пневмокониозоопасность.** При бурении шпуров, взрывных работах, комбайновой разработке, погрузке добытого угля в атмосфере шахт и разрезов образуется значительное количество угольной и породной пыли. Угольная пыль, как правило, взрывоопасна. Не взрывчата пыль углей с выходом летучих веществ на горючую массу ( $V_{daf}$ ) менее 10%, при нарастании выхода летучих веществ степень взрывания угольной пыли повышается, особенно при наличии в рудничной атмосфере метана.

Попадая в легкие человека, пыль вызывает их заболевание — пневмокониоз (антракоз — от угольной, силикоз — от породной пыли, содержащей свободную кремнекислоту). По санитарно-гигиеническим нормам количество пыли в рудничной атмосфере не должно превышать 2 мг/м<sup>3</sup>. Силикозоопасны все кварцевые песчаники, алевриты и другие породы с содержанием свободного кремнезема более 10%. Несиликозоопасны известняки, углистые аргиллиты.

Пылевой режим шахты — количество и свойства (вещественный, дисперсный состав и др.) — зависит от природных условий залегания пластов, состава и свойств угля и пород, применяемых систем разработки и способов выемки угля. На шахтах осуществляется пылевой контроль и специальные мероприятия по пылеподавлению.

**Газоносность угольных месторождений.** Основные компоненты природных газов в угольных месторождениях — метан, азот и углекислый газ, подчиненное значение имеют: водород, оксид углерода, тяжелые углеводороды и инертные газы.

Газы в угольных пластах и вмещающих их породах находятся в свободном и сорбированном состоянии. Свободный газ заполняет поровое пространство, трещины и пустоты. Для вмещающих уголь пород — это основная форма нахождения газа, сорбционная способность их ничтожно мала. Для углей природная газоносность определяется в основном их адсорбционными свойствами, подчиненную роль играют абсорбция и хемосорбция.

На угольных месторождениях проявляется закономерное распределение атмосферных и метаморфических газов — четко выраженная вертикальная зональность в последовательном чередовании зон с преобладанием в составе газов тех или других основных компонентов (табл. 35). Верхние зоны (до метановой) объединяются в область газового выветривания. При разработке угольных пластов в области газового выветривания существенное значение имеет содержание в рудничной атмосфере углекислого газа.

Особую опасность при ведении эксплуатационных работ представляет метан, образующий в соединении с воздухом горючие (при содержаниях до 5—6 и более 14—16%) и взрывча-

ТАБЛИЦА 35  
ГАЗОВАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Зоны (сверху вниз)	Содержание основных газов, %		
	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> + тяжелые углеводороды	CO <sub>2</sub>
Азотно-углекислая	0—50	0	100—50
Углекисло-азотная	50—100	0	0—50
Метаново-азотная	20—50	До 50	0—20
Азотно-метановая	50—20	50—80	0—20
Метановая	20—0	80—100	0—5

тые (при содержаниях от 5—6 до 14—16%) смеси. Верхняя граница метановой зоны определяется по содержанию метана в газах более 80%, парциальному давлению метана более 1,0—1,5 МПа, относительной метанообильности горных выработок более 2 м<sup>3</sup>/сут добычи угля. В зависимости от глубины залегания угольных пластов, мощности и состава покровных отложений, структурных особенностей месторождения, гидрогеологического режима глубина области газового выветривания и, соответственно, положение границы метановой зоны изменяются в широких пределах — от нескольких метров до 1000 м. В границах месторождений она имеет волнистый характер, иногда со значительными перепадами в гипсометрических отметках.

Выделение метана в горных выработках шахт Донецкого бассейна фиксируется в различных районах на глубинах от 50—100 до 700—1000 м. Кузнецкого бассейна — 50—120 м. Карагандинского — 100—150 м. В Печорском бассейне метановая зона залегает под слоем многолетней мерзлоты. Высокой метаноносностью характеризуются месторождения Кавказа, Партизанского бассейна, о. Сахалина. Месторождения Подмосковского, Днепровского бассейнов характеризуются наличием углекислого газа с попутным образованием оксида углерода. Повышенные содержания углекислого газа фиксируются в антрацитовых шахтах Восточного Донбасса. При переходе антрацитов в суперантрациты метаноносность снижается, в составе газов увеличивается процентное содержание азота, появляется водород.

**Газообильность** горных выработок измеряется: дебитом газа, выделяющегося в единицу времени (м<sup>3</sup>/с или м<sup>3</sup>/сут) — абсолютная газообильность, и количеством газа, выделившимся за определенное время и отнесенным к единице массы или объема угля (породы), добытых за этот же период, — относительная газообильность. Группировка шахт по относительной газообильности, регламентированная правилами техники безопасности, приведена в табл. 36.

ТАБЛИЦА 3  
ГРУППИРОВКА ШАХТ ПО УГЛЕКИСЛОТООБЫЛНОСТИ (1) И МЕТАНООБЫЛНОСТИ (2)

1		2	
Группа шахт	Выделение углекислого газа, м <sup>3</sup> /т среднесуточной добычи	Группа шахт	Выделение метана, м <sup>3</sup> /т среднесуточной добычи
I	5	I	5
II	5—10	II	5—10
III	10—15	III	10—15
IV	15	Сверхкатегорийная	15

Газовыделение в горные выработки может быть:

обыкновенным — непрерывное медленное выделение газа из трещин и пор в угле (породе), происходящее во всей обнаженной поверхности массива;

суфлярным — местное выделение газа с большим дебитом из трещин или скважин, иногда в течение продолжительного времени;

внезапным — местное интенсивное выделение больших количеств газа в короткий промежуток времени, сопровождающееся разрушением угольного пласта и пород. Различают внезапные выбросы угля и газа, выбросы пород и газа, выделение газа при отжиме угля (выдавливании его под действием опорного давления или нагнетания через скважину воды под высоким давлением в массив), выделение газа при обрушении угля или его высыпании при крутом залегании угольных пластов.

Особую опасность представляют внезапные выбросы угля и газа — самопроизвольное мгновенное разрушение части угольного пласта вблизи забоя горной выработки, сопровождаемое отбросом угля и усиленным газовыделением. В горные выработки при этом выносятся от нескольких тонн до десятков тысяч тонн угля и от десятков до сотен тысяч куб. метров газа. Внезапные выбросы угля и газа наиболее часто проявлялись в шахтах Донецкого и Партизанского бассейнов, в последние годы фиксируются в шахтах многих других бассейнов и месторождений. В Донецком бассейне выбросы угля происходили, начиная с глубины 150—300 м, количество их возрастает с глубиной разработки, внезапным выбросам подвержены лишь некоторые пласты.

Причины и механизм внезапных выбросов достаточно не изучены. Несомненна их связь с повышенной газоносностью, наличием геологических нарушений, трещиноватостью и неоднородностью структуры угля, повышенным горным давлением, быстротой внедрения в угольный пласт. Выбросоопасность угольного пласта и вмещающих пород устанавливается на основании статистического исследования частоты и тяжести выбро-

сов на действующих шахтах и прогнозов, увязанных с прогнозом метанообильности и горно-геологических особенностей месторождений.

#### ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Эти условия угольных месторождений характеризуются большим разнообразием, зависящим от климата, рельефа, гидрологии, специфики геологического строения и собственно гидрогеологических факторов. Наиболее важны характер и степень водоносности пород, количество и мощность водоносных горизонтов, их фильтрационные свойства, условия питания, величины гидростатического и гидродинамического давления на кровлю и почву угольных пластов, степень их изоляции водоупорными слоями, химический состав вод (коррозионные свойства).

В большинстве случаев при строительстве угольных шахт и разрезов и ведении эксплуатационных работ проводятся осушительные мероприятия для обеспечения устойчивости подготовительных и очистных выработок, борьбы с большими притоками воды, предотвращения прорывов вод. Осуществляются три способа осушения:

поверхностный — путем заложения с поверхности земли или уступов карьеров водопонижающих, водопоглощающих и разгрузочных окважин, дренажных траншей, иглофильтровых установок, горизонтальных скважин и т. п.;

подземный — при помощи дренажных горных выработок с восстающими, горизонтальными самоизливающимися скважинами, сквозными фильтрами и трубчатыми колодцами;

комбинированный, сочетающий указанные выше способы: вначале проводятся мероприятия по предварительному осушению с поверхности, затем — из подземных выработок.

Выбор способа осушения определяется природными условиями месторождения, технологией вскрытия и отработки месторождения и экономическими показателями.

**Многолетняя мерзлота.** Площадь распространения мерзлых пород составляет почти половину территории Советского Союза, захватывая северные и восточные (примерно от долготы г. Красноярска) районы и высокогорные области горных систем на юге страны. На этой территории находятся: Печорский, Таймырский, Ленский, Зырянский, Южно-Якутский бассейны, значительная часть Тунгусского бассейна, месторождений Забайкалья и северо-восточных районов Союза. Основной особенностью районов развития многолетней мерзлоты является наличие практически водонепроницаемой толщи мерзлых пород мощностью от нескольких метров в области южной границы их распространения до нескольких сотен метров в северных районах. Мерзлая зона в различной степени пронизана тальными водонос-

ными слоями. Региональные талики приурочены к крупным водотокам, поверхностным водоемам, зонам тектонических нарушений. На месторождениях, находящихся в зонах проявления многолетней мерзлоты, выделяются над-, меж- и подмерзлотные воды, находящиеся во взаимосвязи, но различающиеся режимом, условиями питания и существования. Подмерзлотные воды, заключенные в трещинах и порах пород ниже слоя многолетней мерзлоты, как правило, напорные. Наибольшее отрицательное влияние на проходку горных выработок оказывают межмерзлотные воды и воды региональных таликов. В мерзлых породах водоприитоки практически отсутствуют. В шахтных; стволах и карьерах существенное влияние на притоки оказывают надмерзлотные воды.

Устойчивость мерзлых пород зависит от их льдистости, температуры, наличия и водоносности таликов, состава и строения пород. Проходка стволов осложняется оттаиванием пород за счет положительной температуры воздуха и особенно при пересечении слоев талых пород, содержащих грунтовые воды.

Основным видом деформации мерзлых пород в карьерах и подземных выработках является оплывание и обрушение их при оттаивании, при поступлении поверхностных вод по трещинам, образующимся при взрывных работах. Просачивание над- и межмерзлотных вод может привести к возрастаниям водоприитоков до катастрофических величин. Обводненность резко возрастает при выходе выработок на участки, где развиты подмерзлотные воды.

#### ПРОЧИЕ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Геотермические условия. С глубиной повсеместно наблюдается нарастание температуры горных пород; скорость ее повышения в различных районах неодинакова и зависит от коэффициента теплопроводности пород и плотности теплового потока, на которую оказывает влияние циркуляция грунтовых вод, геологическое строение, близость вулканических очагов, химические реакции, протекающие в земной коре. Геотермический градиент—нарастание температуры на 100 м глубины по вертикали—колеблется на площадях основных угольных бассейнов от 1 до 4°С (в среднем 2,5°С), повышаясь в областях поднятий и снижаясь в областях прогибов. Напряженность геотемпературного поля на площадях бассейнов крайне неравномерная. Наблюдается общая закономерность в повышении температур на одном и том же горизонте от синклиналей к сводовым частям антиклинальных складок, на участках с повышенной угленасыщенностью и на площадях с тепловыми аномалиями, где температуры превышают фоновые значения на 5—10°С.

Согласно «Правилам безопасности в угольных и сланцевых шахтах» (1986) температура воздуха в горных выработках не должна превышать 25°С. Превышение этого предела вызывает необходимость применения усиленной вентиляции и искусственного охлаждения воздуха.

Самовозгорание угля—воспламенение угля в результате самонагревания. Самовозгорание углей, в горных выработках шахт и разрезов имеет довольно широкое распространение. Основной причиной самовозгорания углей считается адсорбция ими кислорода и повышение температуры за счет длительного протекания в угле химических реакций с образованием продуктов окисления, полукоксования и т. п. Склонность углей к самовозгоранию непостоянна во времени, степень ее зависит от интенсивности притока кислорода из атмосферы воздуха, затрудненности отдачи тепла в окружающую среду. В старых выработках она постепенно увеличивается в результате раскрытия микротрещин и увеличения реагирующей поверхности угля в результате снятия горного давления.

Скрытая стадия развития процесса самовозгорания—от возникновения предпосылок к окислению угля до собственно самовозгорания происходит в течение 2—3 месяцев. Эндогенные пожары от самовозгорания углей чаще возникают в пластах с повышенной мощностью и при крутом их залегании в связи с увеличением зон обрушения и сдвижения вышележащих пород, что увеличивает доступ воздуха к оставшемуся в забоях углю. Способность к окислению возрастает с уменьшением крупности зерен угля при тектонической раздробленности угольных пластов, повышенной их трещиноватости в зонах выветривания угля. Склонность к самовозгоранию более высока у фюзенизированных разновидностей угля и при повышенном содержании микрокомпонентов с отчетливо выраженной клеточной структурой. Высокоактивны к самовозгоранию бурые угли, умеренно активны—каменные, малоактивны—антрациты. Возникновение эндогенных пожаров во многом определяется способами подготовки и системами разработки месторождений, режимом и схемами вентиляции и другими горнотехническими факторами.

Другие природные условия. Осложнения процесса разработки возникают на месторождениях, находящихся в горных районах со сложно пересеченным рельефом. При определенных условиях могут возникать оползни естественных склонов, активизирующихся при нарушении равновесия земляных масс инженерными мероприятиями и горными работами. Обильное выпадение осадков в районе некоторых угольных месторождений Средней Азии (Ангренское, Кок-Янгатское) приводило к возникновению селевых оползней. На этих и других среднеазиатских месторождениях фиксировались катастрофические проявления снежных лавин.

Для промышленного освоения угольных месторождений ряда районов (Закавказье, Средняя Азия, южные районы Кузнецкого, Канско-Ачинского, Иркутского бассейнов, месторождений Забайкалья, Приморья, о. Сахалина, северо-восточных районов и др.) осложняющим фактором является повышенная сейсмическая активность.

#### ПОПУТНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ И КОМПОНЕНТЫ

В угленосных, а также в подстилающих и перекрывающих их отложениях содержатся горные породы, которые по составу, свойствам, условиям залегания и технико-экономическим критериям могут рассматриваться как полезные ископаемые.

Некоторые сопутствующие полезные ископаемые парагенетически связаны с углями или вмещающими их породами угленосных формаций; образование их предшествует угленакоплению либо связано с сингенетичными или эпигенетичными процессами формирования угольных месторождений. К ним относятся:

развитые в доугленосных корах выветривания и в зонах внутрiformационных перерывов огнеупорные глины, первичные и переотложенные каолины, аллиты, бокситы;

слагающие в продуктивных и разделяющих их горизонтах (свитах) пласты обломочных и хемогенных в различной степени литифицированных осадочных пород, пригодных для использования как керамическое, формовочное, стекольное сырье или сырье для производства строительных материалов;

связанные с магматизмом изверженные породы, а также термально измененные угли и вмещающие их осадочные породы — каменный строительный материал, графиты и др.;

образовавшиеся при выгорании углей горелые породы (глиежи) — сырье для производства цемента, вяжущих веществ, наполнителей для асфальтобетона и др.;

ценные компоненты, повышенная концентрация которых явилась следствием процессов сульфаторедукции (сульфиды, сера) или сорбции углями и углистыми породами урана, германия, цветных и редких металлов.

В перекрывающих угленосные формации отложениях, не связанных с углеобразованием, содержатся песчано-гравийные, песчаные, глинистые, в некоторых случаях изверженные, карбонатные и другие породы, торф, в подстилающих образованиях известны железные руды, фосфориты и другие полезные ископаемые. Сопутствующими полезными ископаемыми являются подземные воды, участвующие в обводнении месторождений, а также заключенный в углях и угленосных породах свободный и сорбированный метан.

В зависимости от экономического значения и технологии добычи сопутствующие углям полезные ископаемые могут являться объектами самостоятельной или попутной добычи. Изучение и геолого-промышленная оценка полезных ископаемых (компонентов), заключенных в телах, пространственная обособленность которых от рабочих угольных пластов и экономика добычи обуславливают возможность их извлечения независимо от отработки угля, производятся в соответствии с требованиями к самостоятельным месторождениям соответствующего вида сырья. По специальным программам изучаются комплексные угольные месторождения, в которых определяющее значение имеют особо ценные компоненты (уран, германий).

Полезные ископаемые и ценные компоненты, не имеющие определяющего значения и извлекаемые из недр при добыче угля или из угля при последующей его переработке, объединяются в понятие «попутные».

**Попутные полезные ископаемые.** Основными критериями целесообразности попутной добычи и последующего использования таких полезных ископаемых являются:

соответствие их качества и технологических свойств в естественном виде или получаемой из них продукции требованиям действующих стандартов и технических условий;

обеспеченность запасами текущей или перспективной потребности предприятий — потребителей данного вида сырья;

возможность синхронизации процессов их извлечения с добычей угля при принятой технологии вскрытия и разработки оцениваемого угольного месторождения (участка);

экономическая целесообразность извлечения и переработки попутного полезного ископаемого для получения товарной продукции.

Основная масса твердых попутных ископаемых заключена во внешней и внутренней вскрыше угольных месторождений (участков), разрабатываемых или намеченных к разработке открытым способом. Значительная часть пород вскрыши по составу и свойствам пригодна для производства строительных материалов, на некоторых месторождениях выявлены огнеупорные, тугоплавкие глины и каолины, формовочные и стекольные пески, глиноземное сырье. Промышленная ценность большей части заключенных во вскрыше полезных ископаемых ограничена необходимостью увязки попутной их добычи с технологией удаления вскрышных пород (высотой уступов, механизацией работ и прочими условиями) и календарными планами развития работ по вскрытию запасов угля.

При подземном способе разработки угля породы, извлекаемые из горно-капитальных и горно-подготовительных выработок, так же как и неотрабатываемые селективно в качестве попутных полезных ископаемых породы вскрыши, формируют

складируемые на поверхности терриконники (отвалы) — отходы добычи.

Отходы добычи и обогащения углей (хвосты, шламы) используются во все возрастающих масштабах как энергетическое и технологическое топливо, и органо-минеральное сырье при производстве строительных материалов, а также в качестве материала для планировки земель и рекультивации почв.

Отходы добычи характеризуются обычно изменчивым и нестабильным составом, что ограничивает возможности их использования; обожженных в результате самовозгорания и длительного горения в отвалах попутно извлеченного угля — только в дорожном строительстве и для планировки поверхности, а не обожженных высокоуглистых пород — для получения (на углемойках, приборах Халдекс и др.) дополнительного топлива, топливосодержащих добавок, используемых в производстве строительных материалов или для сжигания в специальных топливных установках. Во всех случаях изучаются и оцениваются почвенно-растительный слой и возможности использования вскрышных пород для рекультивации земель.

Отходы углеобогащения характеризуются более стабильным составом и большими возможностями его усреднения. Наиболее перспективными направлениями их утилизации являются использование в производстве строительной керамики, пористых заполнителей для легких бетонов (аглопорита), как серосодержащего сырья и дорожно-строительного материала.

Подземные воды, участвующие в обводнении месторождения (участка), относятся к попутным полезным ископаемым. Учитывая условия дренирования их с целью осушения горных выработок шахты (разреза), возможности использования в естественном виде или после очистки (в необходимых случаях — деминерализации), следует руководствоваться положениями:

качество дренажных вод удовлетворяет требованиям действующих государственных, республиканских и отраслевых стандартов или технических условий и заданий водопотребляющих организаций к данному виду вод (питьевые, технические, лечебные минеральные) и намечаемым (возможным) направлениям их использования;

подсчитанные эксплуатационные запасы дренажных вод обеспечивают потребность в их использовании по соответствующему назначению на расчетный срок водопотребления, режим и условия отбора гарантируют стабильность водоотбора и качества вод.

Метан относится в настоящее время к попутным полезным ископаемым только в объеме его каптажа дегазационными скважинами, проходимыми для снижения газоопасности работ при

подземной добыче угля в метановой зоне. Основными критериями промышленного значения извлекаемого метана являются: технологическая необходимость предварительной дегазации месторождения (его частей), количество каптируемого метана в соответствии с намеченной схемой дегазации, его качество как энергетического топлива, экономическая эффективность использования.

**Попутные компоненты.** Из содержащихся в углях и вмещающих их породах ценных компонентов в настоящее время попутно извлекаются: сера, воскодержащие битумы и германий.

Сера. Угли рассматриваются как один из важнейших потенциальных сырьевых источников серы.

Извлечение серы из образующегося при коксовании, полукоксования и газификации сероводорода осуществляется на всех крупных предприятиях. Сероочистка дымовых газов от  $SO_2$  (и  $SO_3$ ) при сжигании углей практически не производится. На некоторых месторождениях Подмосковского и Кизеловского бассейнов при обогащении углей извлекаются крупные включения серного колчедана. В тяжелой фракции (2200—2400 кг/м<sup>3</sup>) концентрируются конкреции и зерна пирита размером +6 мм и более (в подмосковных), +3 мм и более (в кизеловских углях). Извлечение сульфидной серы достигает 70% от ее содержания в углях, выход ипритного концентрата 1,2—3,0% от массы исходного угля, содержание в нем серы 35—40%. Попутные концентраты используются при плавке окисленных руд цветных металлов (в основном никелевых) и могут применяться в производстве серной кислоты. Мелкие зерна и рассеянные включения пирита физическими методами обогащения не извлекаются. Другие методы обессеривания углей используются пока в ограниченных масштабах.

Воскодержащие битумы — сырье для производства буроугольного воска — содержатся в некоторых типах слабоуглефицированных (мягких) бурых углей группы 1Б палеоген-неогенового возраста. Наибольшей концентрацией воскодержащих битумов характеризуются гумито-липоидолитовые и сильногелифицированные разности углей. Бензолный битум-экстракт с выходом более 6—7% (в пересчете на сухой уголь) получается в промышленных условиях из углей некоторых месторождений Днепровского бассейна.

Битумоносность углей в разрезе и по площади распространения угольных залежей (пластов) крайне не выдержана. В разрезе мощных (1—30 м) угольных залежей (пластов) слои битумоносного угля с выходом бензолного экстракта битумов  $B^d$  от 1 до 20% чередуются со слоями, не содержащими битума, что обуславливает необходимость объединения слоев угля в пачки, в которых средневзвешенное значение  $B^d$  не меньше допускаемого техническими условиями минимального значения

этого показателя (6—7%) По данным специальных разведочных выработок оконтуриваются площади промышленно-битумоносных частей залежей (пластов) для селективной их обработки.

На разведанных Морозовском и Верхне-Днепровском месторождениях площадь подсчета запасов битумсодержащих углей (со средним выходом бензолного экстракта битума 7—8%) составляет 70—90% от площади подсчета общих балансовых запасов вмещающих их энергетических углей. Подсчитанные для частично валовой, а в основном селективной отработки запасы битумоносных углей при последующем усреднении их состава удовлетворяют требованиям технических условий к качеству сырья для действующего Семеновского завода горного воска.

Германий извлекается попутно из смол и надсмольных вод при коксовании каменных углей и из летучих зол бурых и слабометаморфизованных углей при их сжигании.

Наиболее германиеносны бурые и слабометаморфизованные каменные угли, в тощих углях и антрацитах высокие концентрации германия не известны. Минимальные содержания германия для попутного извлечения установлены в 15 г/т сухого угля при энергетическом использовании и 3 г/т при коксовании. В районах с наличием на коксохимических заводах установок для извлечения германия (например в Донецком бассейне) нижний предел его содержания в углях, направляемых для коксования, не устанавливается.

## ГЛАВА 7

### ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

#### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Понятие «полезное ископаемое» как минеральное образование, которое в естественном состоянии или после предварительной переработки (извлечения содержащихся в нем ценных компонентов — минералов, металлов и других химических элементов или их соединений) может быть использовано в народном хозяйстве, обязательно включает условие рациональной экономической основы использования. Природные скопления полезных ископаемых в литосфере и гидросфере (на дне водоемов, в поверхностных или подземных водах) относятся к месторождениям лишь в том случае, когда они могут быть предметом экономически обоснованного промышленного освоения, определяемого в СССР условиями на минеральное сырье.

Выявленное скопление полезного ископаемого небольших или невыясненных размеров называется проявлением полезного ископаемого. При производстве геологоразведочных и поисковых геологоразведочных работ проявления полезных ископаемых — прямой признак возможного наличия месторождения, элемент геологического картирования и определения контуров распространения тел полезных ископаемых. Данные по проявлениям используются при количественной оценке возможных (прогнозных) ресурсов различных полезных ископаемых в слабо исследованных районах. При положительных результатах последующих геологических исследований проявления полезных ископаемых в ряде случаев переходят в разряд «месторождений».

Геолого-экономическая оценка месторождений увязывается с установленной стадийностью геологоразведочных работ и деятельностью предприятий по добыче полезных ископаемых.

На стадиях поисковых и поисково-оценочных работ она ограничивается определением возможного промышленного значения месторождений, выделяемых в основном по совокупности благоприятных прямых и косвенных геологических предпосылок о наличии ресурсов того или иного вида полезных ископаемых, количество, качество и особенности залегания которых обеспечат экономически оправданную добычу и переработку соответствующего минерального сырья. С учетом потребности в данном виде минерального сырья, природных особенностей района, принципиальных черт геологического строения, предварительной оценки качества и количества запасов (прогнозных ресурсов) полезных ископаемых составляются технико-экономические соображения (ТЭС) о целесообразности предварительной разведки выявленного месторождения. Этот порядок распространяется также на те слабо изученные участки известных (разведанных и осваиваемых) крупных месторождений, которые намечается разрабатывать самостоятельными предприятиями по добыче полезных ископаемых.

По результатам предварительной разведки осуществляется промышленная оценка каждого вновь выявленного месторождения (вновь разведанного участка крупного месторождения). Основой такой оценки являются временные кондиции на минеральное сырье, утвержденные в установленном порядке.

Для намечаемых к промышленному освоению месторождений (участков) по результатам их детальной разведки разрабатываются и утверждаются ГКЗ СССР (в соответствующих оговоренных случаях — ТКЗ Мингео СССР) постоянные кондиции на минеральное сырье. Методика разработки временных и постоянных кондиций, состав и порядок их технико-экономического обоснования аналогичны. Но с учетом меньшего объема и полноты геологической информации для обоснования времен-

ных кондиций допускается более широкое использование укрупненных технико-экономических расчетов и данных по другим детально изученным предприятиям — аналогам.

#### КОНДИЦИИ НА МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ

Кондиции на минеральное сырье представляют собой совокупность экономически обоснованных требований к качеству и количеству полезных ископаемых, горно-геологическим и иным условиям разработки месторождения. В соответствии с этими требованиями, выраженными в предельных значениях соответствующих натуральных показателей, — параметрами кондиций — производится подразделение запасов на балансовые и забалансовые. К *балансовым* относятся запасы, использование которых согласно утвержденным кондициям экономически целесообразно при существующей либо осваиваемой промышленностью прогрессивной технике и технологии добычи и переработки сырья с соблюдением требований законодательных актов к рациональному использованию недр и охране окружающей среды. К *забалансовым* относятся запасы, использование которых согласно утвержденным кондициям в настоящее время экономически нецелесообразно или технически и технологически невозможно, но которые могут быть в дальнейшем переведены в балансовые. Сравнительная промышленная ценность месторождения определяется народнохозяйственным эффектом использования балансовых запасов, в денежном выражении — разностью между ценностью конечной продукции, получаемой из данного вида сырья, и затратами на ее получение. При этом для полезных ископаемых, которые могут быть использованы в различных областях народного хозяйства, учитывается сфера их наиболее рационального и эффективного применения в соответствии с потребностями отрасли, экономического района и страны в целом.

При технико-экономическом обосновании кондиций учитываются:

природно-климатические особенности района месторождения, его экономическое состояние, сложившаяся или складывающаяся инфраструктура (промышленная освоенность, транспортные связи, источники энергоснабжения и пр.);

потребность в разведанных на месторождении основных и попутных полезных компонентах, степень ее удовлетворения ранее разведанными в районе запасами, альтернативные источники покрытия потребности;

геологические, гидрогеологические, горно-геологические и другие природные особенности месторождения, определяющие способ и технологию его разработки, производственную мощность предприятия по добыче полезных ископаемых;

качество и технологические свойства полезных ископаемых, обуславливающие возможные направления народнохозяйственного использования их в естественном виде либо для переработки или извлечения из них компонентов, имеющих промышленное значение, требования государственных и отраслевых стандартов к качеству товарной продукции, возможность утилизации отходов, получаемых при добыче, обогащении и переработке основных видов минерального сырья;

мероприятия по охране недр, предотвращению загрязнения окружающей среды и рекультивации земель;

действующие оптовые цены на товарную продукцию или другие ценностные показатели, утвержденные в установленном порядке.

Технико-экономическое обоснование кондиций должно базироваться на наиболее совершенных технических достижениях в области добычи полезных ископаемых и переработки минерального сырья, проверенных в промышленных условиях и запроектованных к внедрению, учитывать передовой отечественный и зарубежный опыт освоения месторождений-аналогов, обеспечивать наиболее полное и комплексное использование недр при соблюдении норм безопасности ведения работ и охраны окружающей среды.

На основе технико-экономических расчетов устанавливаются параметры кондиций, состав которых зависит от вида полезного ископаемого, способов вскрытия месторождения, технологии добычи и переработки полезного ископаемого, специфических требований промышленности к данному виду минерального сырья.

В частности, в кондициях, разрабатываемых для угольных месторождений или их частей — самостоятельных объектов промышленного освоения, обосновываются:

минимальная мощность угольных пластов, подлежащих отработке и подсчету запасов;

максимальная мощность породных прослоев, добываемых совместно с углем, и минимальная мощность таких прослоев в угольном пласте, подлежащих селективной выемке и разделяющих сложные по строению угольные пласты (залежи) на раздельно обрабатываемые части;

максимальная материнская зольность угля, а в пластах сложного строения с учетом его засорения внутрипластовыми, прикровельными и припочвенными породами, извлекаемыми совместно с углем при его добыче;

показатели качества угля, регламентированные государственными стандартами и специальными требованиями для соответствующих направлений намечаемого промышленного использования;

контуры намечаемой отработки запасов; для открытой разработки обосновываются предельные коэффициенты вскрыши; требования к гидрогеологическим, инженерно-геологическим, геокриологическим, горно-геологическим и другим природным условиям, определяющим условия разработки месторождения, к промышленной оценке запасов в участках (блоках) с особо сложными условиями разработки из-за малого количества запасов, разобшенности площадей промышленного распространения пласта, интенсивной нарушенности и других причин;

требования к подсчету запасов сопутствующих полезных ископаемых и попутных компонентов.

В случаях пересмотра требований стандартов и технических условий к качеству и технологии переработки добываемого минерального сырья, если это существенно отражается на планируемом направлении использования месторождения, экономике и масштабах добычи и переработки полезных ископаемых, установленные кондиции и утвержденные по ним запасы подлежат переутверждению.

#### ЗАПАСЫ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Подсчитанные по результатам геологоразведочных и всех видов горных и буровых работ, выполняемых при разведке и в процессе промышленного освоения месторождений, запасы полезного ископаемого, удовлетворяющие установленным кондициям на минеральное сырье, определяют промышленный и экономический потенциал разведанных и разрабатываемых месторождений. В СССР данные о запасах полезных ископаемых используются при разработке схем развития отраслей народного хозяйства, добывающих и потребляющих минеральное сырье, составлении годовых, пятилетних и долгосрочных планов экономического и социального развития СССР, планировании дальнейших геологоразведочных работ, а по месторождениям, подготовленным к промышленному освоению, — для проектирования предприятий по добыче полезных ископаемых и переработке минерального сырья, планирования горных работ и эксплуатационной разведки. В соответствии с «Основами законодательства СССР и союзных республик о недрах» разработаны классификации запасов различных видов полезных ископаемых, устанавливающие единые принципы их подсчета и государственного учета [26].

Действующей в СССР классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (1981 г.) предусмотрены:

раздельный подсчет и учет запасов и прогнозных ресурсов по каждому виду полезного ископаемого и направлению их возможного промышленного использования;

соблюдение комплексности оценки разведанных месторождений, обязательность подсчета и учета запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых, а также содержащихся в них компонентов (металлов, минералов, химических элементов и их соединений), целесообразность промышленного использования которых определена утвержденными кондициями на минеральное сырье. При этом определяются содержание полезных и вредных компонентов и формы их нахождения.

Запасы полезных ископаемых по степени их изученности подразделяются на разведанные — категории А, В и С, и предварительно оцененные — категория С<sub>2</sub>. Подразделение запасов твердых полезных ископаемых на категории производится в соответствии с достоверностью определения формы, размеров и условий залегания тел этих полезных ископаемых, характера и закономерностей изменчивости их морфологии и внутреннего строения, изученностью качества и технологических свойств сырья, гидрогеологических, инженерно-геологических, горно-геологических и других природных условий месторождения. При выделении различных категорий разведанных и предварительно оцененных запасов нефти и горючих газов, а также эксплуатационных запасов подземных вод учитываются специфические особенности геологического строения и условий разработки месторождений этих видов полезных ископаемых.

Разведанные и предварительно оцененные запасы полезных ископаемых и содержащихся в них компонентов, имеющих промышленное значение, должны подсчитываться по наличию их в недрах без учета потерь и разубоживания при добыче, обогащении и переработке. Качество полезных ископаемых оценивается в зависимости от возможных направлений их использования в народном хозяйстве в соответствии с утвержденными кондициями, требованиями действующих государственных и отраслевых стандартов, технических условий, с учетом технологии их добычи и переработки, обеспечивающей комплексное использование добытого минерального сырья в естественном виде или извлечение из него компонентов, имеющих промышленное значение.

По комплексным месторождениям подлежат обязательному подсчету и учету запасы основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых, а также содержащихся в них компонентов (металлов, минералов, химических элементов и их соединений), целесообразность промышленного использования которых определена утвержденными кондициями на минеральное сырье. Запасы комплексных руд и содержащихся в них основных компонентов подсчитываются по одним и тем же категориям. Запасы попутных компонентов, имеющих промышлен-

ленное значение, подсчитываются в контурах подсчета запасов основных компонентов и оцениваются по категориям в соответствии со степенью их изученности, характером распределения, форм нахождения и технологией извлечения. Запасы попутных компонентов, накапливающихся при обогащении в товарных концентратах или продуктах металлургического передела, подсчитываются и учитываются как в недрах, так и в извлекаемых минералах.

Запасы детально разведанных месторождений, а также дополнительно разведанные в процессе разработки подлежат утверждению специально уполномоченными государственными органами — Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР (ГКЗ СССР), а для предприятий местного подчинения и общераспространенных твердых полезных ископаемых — территориальными комиссиями по запасам полезных ископаемых (ТКЗ) Министерства геологии СССР. При утверждении запасов устанавливаются их достоверность, количество и качество, условия залегания, степень изученности и подготовленность месторождения для промышленного освоения.

Одним из основных критериев подготовленности месторождения для промышленного освоения является соотношение балансовых запасов различных категорий. Действующей классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (1981 г.) установлена целесообразная степень изученности месторождений (участков), подготовляемых для промышленного освоения, которая определяется в зависимости от сложности их геологического строения и распределения полезных ископаемых, а также экономических факторов — затрат средств и времени, требуемых на производство геологоразведочных работ. Месторождения (участки крупных месторождений, намечаемые к отработке самостоятельными предприятиями по добыче твердых полезных ископаемых) подразделяются на следующие группы.

**1-я группа.** Месторождения (участки) простого геологического строения, преобладающая часть запасов которых содержится в телах полезного ископаемого с ненарушенным или слабонарушенным залеганием, выдержанными мощностью, внутренним строением и качеством полезного ископаемого, с равномерным распределением в них основных ценных компонентов, что определяет возможность выявления в процессе детальной разведки запасов категорий А и В.

**2-я группа.** Месторождения (участки) сложного геологического строения, характеризующиеся изменчивыми мощностью и внутренним строением тел полезного ископаемого либо нарушенным их залеганием, невыдержанным качеством полезного ископаемого или неравномерным распределением основных

ценных компонентов, а также месторождения углей и ископаемых солей простого геологического строения, но с очень сложными горно-геологическими условиями разработки. На месторождениях этой группы выявление при детальной разведке запасов категории А нецелесообразно из-за недостаточной эффективности и высокой стоимости геологоразведочных работ. Запасы месторождений (участков) этой группы разведываются по категориям В и С<sub>1</sub>.

**3-я группа.** Месторождения (участки) очень сложного геологического строения, характеризующиеся резкой изменчивостью мощности и внутреннего строения либо интенсивно нарушенным залеганием тел полезного ископаемого или невыдержанным качеством полезного ископаемого и весьма неравномерным распределением основных ценных компонентов. На месторождениях этой группы выявление при детальной разведке запасов категорий А и В нецелесообразно вследствие высокой стоимости их разведки и низкой ее эффективности. Запасы месторождений (участков) этой группы разведываются в основном по категории С<sub>1</sub> и частично по категории С<sub>2</sub>.

**4-я группа.** Месторождения (участки) металлов и нерудного сырья весьма сложного геологического строения, характеризующиеся резкой изменчивостью мощности и внутреннего строения либо интенсивно нарушенным залеганием тел полезного ископаемого, а также невыдержанным качеством и весьма неравномерным распределением основных компонентов, разведка которых требует проведения подземных горных выработок в больших объемах. Запасы месторождений (участков) этой группы разведываются по категориям С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>. Дальнейшая разведка этих месторождений (участков) совмещается с их вскрытием и подготовкой к разработке.

Утвержденные в установленном порядке балансовые запасы твердых полезных ископаемых (основных компонентов в комплексных рудах), используемые при проектировании предприятия по добыче полезных ископаемых, должны иметь соотношения различных категорий, приведенные в табл. 37.

Значительное превышение количества запасов, разведанных на месторождениях (участках) 1 и 2-й групп по категориям А и В, по сравнению с указанным без должного обоснования нецелесообразно.

Возможность промышленного освоения вновь разведанных месторождений (участков) всех групп при соотношениях балансовых запасов различных категорий, меньших против указанного, устанавливается ГКЗ СССР (ТКЗ) при утверждении запасов. При этом для месторождений (участков) 1, 2 и 3 групп ГКЗ СССР (ТКЗ) устанавливает возможность полного или частичного использования запасов категории С<sub>2</sub> при проектировании предприятия по добыче полезных ископаемых.

ТАБЛИЦА 37  
 НОРМАТИВНОЕ СООТНОШЕНИЕ (%) БАЛАНСОВЫХ ЗАПАСОВ РАЗЛИЧНЫХ  
 КАТЕГОРИЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ  
 ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ

Категория запасов	Металлы и нерудные полезные ископаемые				Угли и горючие сланцы		
	Группы месторождений по сложности геологического строения						
	1	2	3	4	1	2	3
A + B	30	20	—	—	50	50	—
В том числе:							
A не менее	10	—	—	—	20	—	—
C <sub>1</sub>	70	80	80	50	50	50	100
C <sub>2</sub>	—	—	20	50	—	—	—

Примечание. Для месторождений (участков) полезных ископаемых 4 группы с гнездовым оруденением (ртути, пьезоситического и некоторых видов камнесамоцветного сырья) утвержденные балансовые запасы категории C<sub>1</sub> должны составлять не менее 20% суммарных балансовых запасов категорий C<sub>1</sub> и C<sub>2</sub>.

На разрабатываемых месторождениях (участках) соотношение категорий утвержденных балансовых запасов, принимаемое при проектировании реконструкции предприятия по добыче полезных ископаемых или дальнейшего развития горно-эксплуатационных работ, может быть меньше указанного и устанавливается соответствующим горнодобывающим министерством на основе опыта разработки месторождения.

Запасы, подсчитанные по результатам предварительной разведки в соответствии с требованиями временных кондиций, принимаются Центральными комиссиями по запасам полезных ископаемых (ЦКЗ) министерств и ведомств, осуществляющих геологоразведочные работы. По наиболее крупным и важным для народного хозяйства месторождениям апробация подсчета запасов полезных ископаемых по результатам предварительной разведки и по заявкам соответствующих министерств и ведомств проводится ГКЗ СССР.

При проектировании предприятий по добыче полезных ископаемых и разработке месторождения выделяются **промышленные** запасы — та часть балансовых запасов, которая подлежит извлечению из недр, за вычетом проектных потерь. По степени подготовленности к добыче из промышленных запасов выделяются:

вскрытые, для разработки которых подземным способом не требуется дополнительных капитальных горных выработок, а для разработки открытым способом выполнены все необходи-

мые работы по вскрытию месторождения (участка), пройдены дренажные выработки, нарезаны уступы для укладки транспортных путей, удалены вскрышные породы;

подготовленные — часть вскрытых запасов, для отработки которых пройдены основные подготовительные выработки;

готовые к выемке — часть подготовительных запасов, для извлечения которых пройдены все подготовительные и нарезные выработки.

Забалансовые запасы подсчитываются и учитываются в том случае, если в технико-экономическом обосновании кондиций доказана возможность их сохранности в недрах для последующего извлечения или целесообразность попутного извлечения, складирования и сохранения для использования в будущем.

Разведанные (в том числе утвержденные) запасы учитываются Государственным балансом запасов полезных ископаемых СССР по видам, экономическим районам и стране в целом. Находящиеся на учете предприятий по добыче полезных ископаемых запасы, добытые и направленные потребителям и на переработку, потерянные при добыче, транспортировке, погрузке, разгрузке и в местах хранения, утратившие промышленное значение из-за несоответствия вновь установленным кондициям или нецелесообразности отработки по технико-экономическим причинам в результате выявившегося резкого усложнения гидрогеологических, инженерно-геологических и других природных условий, подлежат списанию в установленном порядке [25].

Списанию подлежат также запасы полезных ископаемых, не подтвердившиеся при последующих геологоразведочных работах (доразведке и эксплуатационной разведке) и разработке месторождения в результате получения новых данных об их количестве, условиях залегания и качестве.

Списание балансовых запасов при утрате их промышленного значения или неподтверждении данных, положенных в обоснование их подсчета, производится как путем полного снятия их с учета, так и путем перевода в забалансовые, если они в дальнейшем могут быть переведены в балансовые. В тех случаях, когда в результате дополнительных геологоразведочных работ, проведенных на разрабатываемом месторождении, балансовые запасы полезных ископаемых категорий A + B + C<sub>1</sub> увеличатся по сравнению с ранее утвержденными ГКЗ СССР (ТКЗ) более чем на 50%, а также когда общее количество списанных и намечаемых к списанию в процессе разработки и при доразведке месторождения, как неподтвердившихся и не подлежащих к отработке по технико-экономическим причинам, балансовых запасов указанных категорий превышает действующий

щие нормативы по списанию запасов с учета горнодобывающих предприятий, производится пересчет запасов и их переутверждение.

#### ПРОГНОЗНЫЕ РЕСУРСЫ

Для установления общих перспектив развития минерально-сырьевой базы страны и потенциальных возможностей прироста запасов, планирования поисково-оценочных и геологоразведочных работ осуществляется количественная оценка прогнозных ресурсов полезных ископаемых, наличие которых предполагается на основе общих геологических представлений, научно-теоретических предпосылок, результатов геологического картирования, геофизических и геохимических исследований. Прогнозные ресурсы твердых полезных ископаемых оцениваются в границах бассейнов, крупных районов, рудных узлов, рудных полей и отдельных месторождений. По степени обоснованности они подразделяются на категории  $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_3$ .

Прогнозные ресурсы категории  $P_1$  учитывают возможность прироста запасов за счет расширения площадей распространения тел полезных ископаемых за контуры подсчета запасов по категории  $C_2$  или дополнительного выявления новых тел полезного ископаемого на разведанных, разведываемых, а также выявленных при поисково-оценочных работах месторождениях. Для количественной оценки ресурсов этой категории используются представления о промышленном типе месторождения. Оценка ресурсов основывается на результатах геологических, геофизических и геохимических исследований площадей возможного распространения полезного ископаемого, а также геологической экстраполяции имеющихся данных по более изученной части месторождения о форме и строении тел полезного ископаемого, его минеральном составе и качестве (концентрации полезных компонентов), структурных особенностях, литологических и стратиграфических предпосылках, определяющих площади и глубины распространения полезного ископаемого.

Прогнозные ресурсы категории  $P_2$  учитывают возможность обнаружения в бассейне, районе, рудном узле, рудном поле новых месторождений полезных ископаемых, основанную на положительной оценке выявленных при крупномасштабной геологической съемке и поисковых работах проявлений полезного ископаемого, а также геофизических и геохимических аномалий, природа и возможная перспективность которых установлены единичными выработками. Количественная оценка ресурсов предполагаемых месторождений, представления о форме, размерах тел полезного ископаемого, его минеральном составе и качестве основываются на аналогиях с известными

месторождениями того же формационного (генетического) типа.

Прогнозные ресурсы категории  $P_3$  учитывают лишь потенциальную возможность формирования и промышленной локализации месторождений того, или иного вида полезных ископаемых на основании благоприятных стратиграфических, литологических, тектонических, палеогеографических предпосылок, выявленных при средне- и мелкомасштабной геологических съемках, дешифровке космических снимков, а также при анализе результатов геофизических и геохимических исследований. Количественная оценка ресурсов этой категории дается по предположительным параметрам на основе аналогии с более изученными районами, площадями, бассейнами, где имеются разведанные месторождения того же генетического типа.

Прогнозные ресурсы твердых полезных ископаемых оцениваются до глубин, доступных для эксплуатации при современном или возможном в ближайшей перспективе технико-экономическом уровне разработки месторождений, с учетом особенностей качества и технологических свойств данного вида минерального сырья. При количественной оценке прогнозных ресурсов используются требования к качеству и технологическим свойствам полезных ископаемых, предусмотренные кондициями, утвержденными для известных аналогичных месторождений, с учетом возможных изменений этих требований в ближайшей перспективе, которые должны иметь соответствующее обоснование.

Методические принципы количественной оценки прогнозных ресурсов различных видов твердых полезных ископаемых и порядок проверки ее результатов устанавливаются Министерством геологии СССР.

**Зарубежные классификации запасов.** В основу зарубежных классификаций запасов полезных ископаемых положены (как и в классификациях СССР) два основных принципа подразделения запасов (ресурсов): 1) вероятность их существования и степень изученности; 2) экономическая целесообразность (рентабельность) разработки месторождений и использования в природном состоянии или для извлечения содержащихся в полезном ископаемом ценных компонентов.

Классификации запасов полезных ископаемых в восточноевропейских странах близки по содержанию к классификациям СССР с некоторыми отличиями в подразделении запасов и ресурсов на категории, принятых условиях оценки подготовленности месторождений полезных ископаемых. Так, в некоторых классификациях запасов твердых полезных ископаемых установленные балансовые запасы по изученности подразделяются на 4 класса (А, В,  $C_1$  и  $C_2$ ), забалансовые — на 2 класса ( $C_1$ ,  $C_2$ ), прогнозные ресурсы по степени обоснованности — на 2 подгруппы ( $\delta_1$  и  $\delta_2$ ). Запасы класса А, как

ТАБЛИЦА 38  
КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ США (1973)

Основные подразделения	Степень изученности	Рентабельность разработки	
Identified resources (установленные ресурсы)	Measured (измеренные)	Reserves (запасы)	Conditional resources (условные ресурсы)
	Indicated (вычисленные)		
	Inferred (предполагаемые)		
Undiscovered resources (неустановленные ресурсы)	Hypothetical (гипотетические)		
	Speculative (теоретические)		

правило, в ходе разведки не выделяются; они являются результатом горно-подготовительных работ. Основу для осуществления капиталовложений и строительство предприятий по добыче, обогащению и переработке сырья составляют запасы классов В и С. Количество запасов этих категорий должно гарантировать нормативную длительность работы нового предприятия, из них запасы категории В (в контурах разработки) не менее чем первых пяти лет.

В капиталистических и развивающихся странах используют многочисленные частные (предпринимательские и предложенные различными исследователями). В некоторых крупных странах (США, Канада, ФРГ и др.) государственными геологическими и горными органами приняты рекомендуемые для общего пользования классификации.

В приведенной (табл. 38) в качестве примера классификации минеральных ресурсов, разработанной геологической службой США, к **установленным** относятся ресурсы минералосодержащих залежей, существование и местонахождение которых точно известны. Ресурсы, рентабельные для разработки при существующем уровне ценообразования, называются запасами, а те залежи, качество и физическое состояние которых не позволяют наладить их рентабельную разработку, но которые при возникновении соответствующих технологических и экономических условий могут быть переведены в запасы, относят к условным ресурсам. Установленные ресурсы подразделяются также на извлекаемые (рентабельные), парамаргинальные (со стоимостью извлечения в 1,5 раза выше преобладающей в настоящее время) и субмаргинальные (освоение которых потребует еще больших затрат). По степени вероятно-

сти существования установленные ресурсы подразделяются на достоверные (измеренные), вероятные (вычисленные) и возможные (предполагаемые).

**Неустановленные ресурсы** подразделяются на гипотетические — для изученных районов, где залежи полезных ископаемых еще не обнаружены, но для этого есть известные основания, и теоретические (умозрительные) — в необнаруженных залежах, которые могут существовать в любых пока не исследованных районах.

#### МЕЖДУНАРОДНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАПАСОВ

На VI сессии Комитета по природным ресурсам Экономического и социального совета ООН (г. Анкара, 1979 г.) была одобрена принципиальная схема Международной классификации минеральных ресурсов (табл. 39), рекомендованная для практического использования в рамках ООН с целью сбора и обработки статистических данных и однозначной информации о запасах полезных ископаемых мира, долгосрочного экономического и научно-технического прогноза использования мировых ресурсов минерального сырья под эгидой ООН.

Для обозначенных буквенными индексами категорий указаны термины, получившие наиболее широкое применение:

*R-1* — *established, demonstrated, reasonably, assured*, разведанные;

*R-2* — *inferred, estimated additional, possible*, предварительно оцененные;

ТАБЛИЦА 39  
МЕЖДУНАРОДНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ (1979)

Общие ресурсы, R	По степени изученности	По экономической целесообразности разработки	
	Разведанные, R-1	Балансовые, R-1-E	Забалансовые, R-1-S
Предварительно оцененные, R-2	Балансовые, R-2-E	Забалансовые, R-2-S	
	Прогнозные, R-3		

*R — 3 — potential, undiscovered, hypothetical, speculative,* прогнозные.

В категориях *R — 1* и *R — 2* рекомендовано выделение групп:

*E (economic, балансовые)*—ресурсы, использование которых на момент оценки может считаться экономически целесообразным при данном уровне развития производительных сил и сложившихся социально-политических условий;

*S (subeconomic, забалансовые)*—все прочие ресурсы, использование которых представляется возможным в обозримой перспективе. В категории *R—1* из них (по желанию стран) может быть выделена часть ресурсов, находящихся на грани кондиционности (*M — marginal*), вовлечение которых в хозяйственный оборот может оказаться целесообразным в ближайшие годы в связи с ожидаемым внедрением в производство достижений научно-технического прогресса или изменением экономической конъюнктуры по данному виду сырья.

Приведенная Классификация совместима со многими национальными системами Классификаций запасов полезных ископаемых.

## ГЛАВА 8

### УГОЛЬНЫЕ БАСЕЙНЫ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

На территории СССР известно около 30 угольных бассейнов (рис. 19) и более 400 обособленных угольных месторождений.

В исторически сложившемся понимании угольные бассейны представляют собой значительные по размерам участки земной коры, концентрация запасов угля в которых обеспечивает возможность долговременной крупномасштабной его добычи. Промышленное освоение многих угольных бассейнов территориально совмещается с развитием отраслей народного хозяйства по переработке и использованию угля и других необходимых видов полезных ископаемых. В них сложилась (получает развитие или предусматривается) комплексная взаимообусловленная деятельность многочисленных предприятий угольной, черной и цветной металлургии, энергетики, машиностроения, химии, производства строительных материалов и др. В геолого-промышленном районировании территории бассейнов отразились не только геологические особенности различных их частей, но и история промышленного развития соответствующих регионов.

Обособленные разновозрастные и близкие по чертам геологического строения угольные месторождения с запасами угля

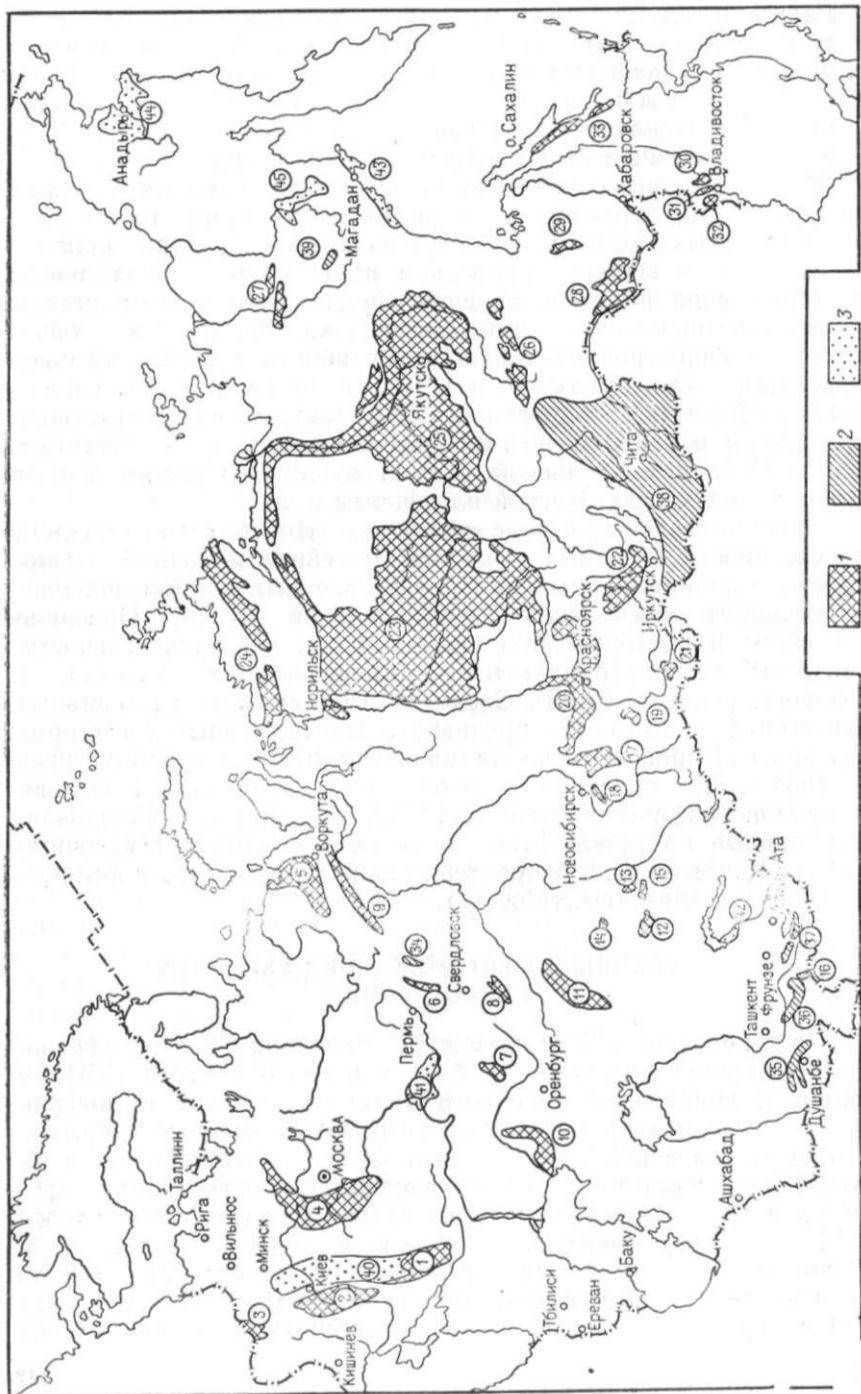
(каждого и в совокупности), не обеспечивающими создание долговременно действующего комплекса угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, объединяются обычно в понятие угольный район (например, Серовский, Буланаш-Елкинский, Егоршино-Каменский на Урале, Арало-Ташкентский, Зеравшанский, Ферганские в Средней Азии и др.).

Крупные (соизмеримые по размерам с бассейнами) слабо исследованные территории, в пределах которых на основе благоприятных геологических предпосылок, а также наличия неувязанных в общем структурном плане единичных угольных месторождений и углепроявлений предполагается возможность выявления новых однотипных месторождений, а в некоторых случаях — формирования крупномасштабного углеобразования, выделяются как угленосные площади или угленосные районы. На территории СССР такие площади (районы) размещены в слабо изученных северо-восточных и северных частях Сибири, в Казахской ССР, республиках Средней Азии и в окраинных частях Русской платформы и др.

Ниже приведены краткие сведения о геологическом строении и освоенности основных угольных бассейнов и разрабатываемых, разрабатываемых или подготовленных к промышленному освоению обособленных месторождений СССР. Описание бассейнов и месторождений приведено в последовательности, увязанной с территориальным размещением — от юго-зап. к северо-вост. районам СССР. Сведения о балансовых разведанных (категорий *A + B + C<sub>1</sub>*) и предварительно оцененных (категории *C<sub>2</sub>*) запасах приведены по состоянию на 01.01.85, о добыче угля за 1984 г. При описании бассейнов и месторождений использованы монографические работы [4, 17, 30 и др.] и опубликованные данные по результатам последующих геологоразведочных работ. Качество угля охарактеризовано по основным нормируемым показателям (см. табл. 12).

### БАСЕЙНЫ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ УКРАИНЫ И БЕЛОРУССИИ

На территории УССР находятся: Донецкий бассейн — основная топливно-энергетическая база европейской части СССР с широким диапазоном марочного состава углей, в т. ч. коксующихся углей и антрацитов, Львовско-Волынский каменноугольный и Днепровский буроугольный бассейны — источники снабжения энергетическим сырьем крупных электростанций, промышленных предприятий и коммунально-бытовых потребителей УССР и других смежных республик, а также обособленные Ново-Дмитровское и Сула-Удейское месторождения бурого угля в пределах Днепровско-Донецкой впадины. В Закарпатье и Прикарпатье известны мелкие разобщенные месторождения



бурых неогеновых углей, из которых Ильницкое разрабатывается для местных нужд. В БССР на территории Припятской впадины разведано Житковичское месторождение бурого угля. Вблизи г. Бреста известны мелкие угленосные проявления — Бревское, Кобринское и др.

### Донецкий бассейн

Бассейн находится на территории Днепропетровской, Донецкой и Луганской областей УССР и Ростовской обл. РСФСР. Он протягивается в субширотном направлении на 650 км от г. Орель на З. до ж.-д. магистрали Волгоград—Краснодар на В; ширина полосы угленосных отложений достигает 200 км.

Донецкий бассейн занимает третье место по разведанным запасам углей и первое по добыче угля среди угольных бассейнов СССР. Ископаемые угли в бассейне установлены в начале XVIII в. С этого времени начаты кустарная разработка углей и геол. исследования, широко развернувшиеся к концу XIX в. и особенно после Великой Октябрьской социалистической революции. В 1913 г. в бассейне было добыто 23 млн т угля, в 1970 г. — 217, в 1987 г. — 157.

Формирование основной центральной части Донецкого бассейна связывают с развитием на ЮВ Восточно-Европейской платформы в позднем девоне — ранней перми крупного Днепровско-Донецкого авлакогена. Накопившаяся в восточной наиболее погруженной (Донецкой) части этого авлакогена мощная (10—20 км) угленосная формация средне-позднекарбонového возраста в середине пермского периода подверглась сжимающим деформациям, обусловившим инверсию и формирование сложных линейных зон складчатости, пораженных с различной степенью интенсивности разрывными нарушениями.

Повторные постепенно затухающие деформации сжатия продолжались до конца мезозоя. Ограниченная на С крупными Северо-Донецким и Глубокинским надвигами, на Ю — Южно-Донецким (Маньчским) сбросом, на В — Западно-Калмыцким поднятием, а на З — погружением угленосных отложений на

Рис. 19. Схема угольных бассейнов, районов и угленосных площадей СССР:

1 — угольные бассейны (цифры в кружках): 1 — Донецкий; 2 — Днепровский; 3 — Львовско-Волынский; 4 — Подмосковный; 5 — Печорский; 6 — Кизеловский; 7 — Южноуральский; 8 — Челябинский; 9 — Сосвинско-Салехардский; 10 — Урало-Каспийский; 11 — Тургайский; 12 — Карагандинский; 13 — Экибастузский; 14 — Тениз-Коржункульский; 15 — Майкубенский; 16 — Узгенский; 17 — Кузнецкий; 18 — Горловский; 19 — Минусинский; 20 — Кавско-Ачинский; 21 — Улугхемский; 22 — Иркутский; 23 — Тунгусский; 24 — Таймырский; 25 — Ленский; 26 — Южно-Якутский; 27 — Зырянский; 28 — Нижне-Зейский; 29 — Бурейский; 30 — Партизанский; 31 — Угловский; 32 — Раздольнинский; 33 — Сахалинский; 2 — угольные районы (цифры в кружках): 34 — Серовский; 35 — Зеравшанский; 36 — Южно-Тяньшанский; 37 — Северо-Тяньшанский; 38 — Забайкальский; 39 — Аркагалинский; 3 — угленосные площади (цифры в кружках): 40 — Днепровско-Донецкая и Припятская; 41 — Камская; 42 — Илийская; 43 — Охотская; 44 — Анадырская; 45 — Омсукчанская

глубину более 1800 м площадь их распространения (около 36 тыс. км<sup>2</sup>) объединяется в понятие «Складчатый Донбасс». В ней содержатся основные запасы угля бассейна и она определяет его промышленный потенциал. На значительной площади Складчатого Донбасса (64%) отложения продуктивного карбона выходят непосредственно на дневную поверхность или под маломощный покров четвертичных образований, на остальной — они перекрыты осадками триаса, юры, мела и частично (на окраинах бассейна и речных террасах) — палеогеновыми и неогеновыми образованиями. В зап. окраинных частях Донецкого прогиба — обширных Кальмиус-Торецкой и Бахмутской котловинах — на глубоководных осадках карбона залегает мощная (до 2200 м) толща пермских отложений.

На 3 по коленообразному изгибу, сопровождаемому зоной развития крупных сбросов. Складчатый Донбасс сочленяется с основной частью обширного Днепровско-Донецкого прогиба, выполненной мощным комплексом осадочных образований от девона до неогена включительно. По юго-зап. окраине этого прогиба — на сев. склонах окаймляющего его с Ю- Украинского кристаллического щита узкой полосой на простирании около 300 км прослеживаются моноклинально залегающие угленосные отложения нижнего и среднего карбона, перекрытые чехлом мезо-кайнозойских образований мощностью 50—350 м, т. н. «Западный Донбасс». Граница между Западным и Складчатым Донбассом принята условно по крупному Криворожско-Павловскому сбросу. На С Складчатый Донбасс обрамлен приплатформенным шлейфом угленосных отложений среднего карбона, моноклинально залегающих на южном склоне Воронежского кристаллического массива (Старобельско-Миллеровская моноклинали). Угленосные отложения перекрыты мезо-кайнозойским покровом мощностью 150—650 м.

Общая мощность каменноугольных отложений в приплатформенных частях бассейна не превышает 2—3 км. На территории Складчатого Донбасса она постепенно нарастает до 18 км в направлении с СЗ на ЮВ и от прибортовых частей к центральной части.

Стратиграфический разрез карбона в бассейне представлен непрерывно переслаивающимися осадками всех отделов. В основании разреза (турнейский и низы визейского ярусов) залегают карбонатные породы (известняки, доломиты, мергели). Продуктивно-угленосные отложения охватывают стратиграфический интервал от верхнего визе до конца карбона (включительно). Они подразделяются на две угленосные формации: нижнекарбонную и средне-верхнекарбонную, которым свойственны существенные различия в масштабе углеобразования, составе и свойствах углей. По биостратиграфическим призна-

кам (слоям фаунистически охарактеризованных известняков) непрерывный общий разрез отложений карбона расчленяется на свиты. Свитам присвоены буквенные символы (С) с цифровыми индексами, нижний указывает отдел карбона, верхний — последовательный (снизу вверх) номер свиты в соответствующем отделе. В разрезе свит каждому пласту известняка и каждому пласту угля присвоены постоянные порядковые номера (индексы), указывающие их место в разрезе свиты (снизу вверх). Известняки обозначаются прописными, угли — строчными буквами латинского алфавита, присвоенными соответствующим свитам — от А (свита С<sub>1</sub><sup>1</sup>) до Р (свита С<sub>3</sub><sup>3</sup>).

Нижнекарбонная угленосная формация (верхний визе — на юг включительно) распространена в Западном Донбассе, где она прослеживается в виде полосы шириной до 86 км (с промышленной угленосностью до 40 км) вдоль сев. склона Украинского кристаллического массива. Наиболее высокой угленосностью характеризуются верхние горизонты свиты С<sub>1</sub><sup>2</sup> и вся свита С<sub>1</sub><sup>3</sup> верхнего визе. В этой толще мощностью 200—500 м содержится до 60 угольных пластов, из них до 14 достигают рабочего значения (0,6—1,2 м и более). По мере погружения к осевой части Днепровско-Донецкой впадины в ее разрезе исчезают пласты угля и известняков, отложения приобретают флишеидный характер. На склонах Воронежского массива синхронные отложения представлены карбонатной и карбонатно-терригенной толщами.

Средне-верхнекарбонная угленосная формация распространена почти на всей площади бассейна. Нижняя часть ее (свиты С<sub>2</sub><sup>1</sup>—С<sub>2</sub><sup>2</sup> раннебашкирского возраста) лишь в юго-зап. части бассейна содержат единичные пласты рабочего значения, распространенные на ограниченных площадях. Наиболее продуктивны свиты позднебашкирского и московского ярусов среднего карбона (свита С<sub>2</sub><sup>3</sup>—С<sub>2</sub><sup>7</sup>), но угленосность их ослабевает в вост. и сев.-вост. направлениях. Позднекарбонный период характеризовался затуханием углеобразования. В юго-зап. районах Складчатого Донбасса в свите С<sub>3</sub><sup>1</sup> вскрыты два рабочих пласта; в свитах С<sub>3</sub><sup>2</sup> и С<sub>3</sub><sup>3</sup> содержатся лишь нерабочие прослой угля.

Структурные формы залегания угленосных отложений на территории бассейна существенно различны.

В Зап. Донбассе на фоне общего моноклинального (под углами 2—4°) залегания пород развиты пологие впадины, куполообразные поднятия. Многочисленные разрывные нарушения, в основном типа сбросов поперечного и диагонального по отношению к простиранию направлений, обусловили сложную блочную структуру залегания угленосных пород и угольных пластов. В Старобельско-Миллеровском районе моноклинальное залегание пород угленосной формации под углами 10—12° также

осложнено прерывистыми пологими куполами и прогибами, но разрывные нарушения относительно редки.

Складчатый Донбасс представляет собой крупный синклиниорий с отчетливо выраженным зональным строением. Преобладающую часть его площади в ириосевой части прогиба занимают вытянутые в субширотном направлении широкие синклинали, разделенные узкими антиклиналями, обычно деформированными надвигами. Сопряженные с Главной антиклиналью Северная и Южная синклинали разделены поперечным Ровенецким поднятием соответственно: на Боково-Хрустальскую и Чистяково-Снежнянскую (на 3) и Должанско-Садкинскую и Шахтинско-Несветаевскую (на В). Боково-Хрустальская и Чистяково-Снежнянская синклинали в западном направлении переходят в обширные (соответственно) Бахмутскую и Кальмиус-Торецкую котловины, окаймляющие с севера и юга западное замыкание Главной антиклинали и занимающие переходное положение от Складчатого Донбасса к Днепровско-Донецкой впадине. С севера и юга к перечисленным основным структурам Складчатого Донбасса примыкают субширотные зоны мелкой складчатости, представленные сопряженными и нередко кулисообразно расположенными синклиналиями и антиклиналями, расчлененными сложными системами надвигов или крупных флексур. В сев. зоне мелкой складчатости наиболее крупными структурами являются (с 3 на В): Кременной, Лисичанский, Матросский, Первомайский купола, Голубовская, Черкасская, Ворошиловградская, Красная, Успенская, Ореховская, Новосветловская, Суходольско-Гундоровская, Дуванная, Горняцкая, Быстрианская, Белокалитвенская, Северо-Донецкая, Краснодонецкая синклинали. На 3 юж. зоны вскрыты Зуевское, Амвросиевское куполовидные поднятия. Интенсивно нарушено восточное крыло Кальмиус-Торецкой котловины, где выделен ряд дополнительных структурных элементов (Макеевская, Ряснянская мульды, Ясиновско-Ждановская флексуры и др.). Очень сложным строением характеризуется вост. замыкание Бахмутской котловины (Алмазно-Марьевский район), где развита система сопряженных линейных антиклинальных и синклиналильных складок, многочисленные разрывы которых создали чешуйчатые и мелкоблочные элементы залегания пород (см. рис. 18, в).

Структурные особенности бассейна положены в основу его геолого-промышленного районирования (рис. 20).

В полном стратиграфическом разрезе угленосной части донецкого карбона содержится более 300 угольных пластов и прослоев, из которых почти 2/3 имеют мощность менее 0,45 м. Макс. мощность единичных пластов 1,8 м (редко до 2,5 м). Из 130 пластов мощностью более 0,45 м 40—60% имеют мощность 0,45—0,6 м; число пластов мощностью более 1 м состав-

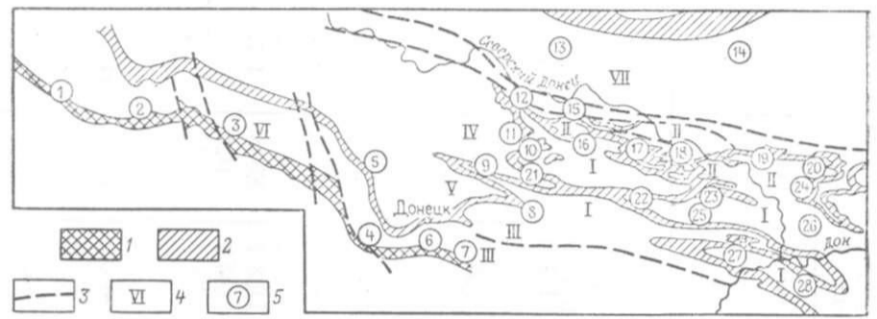


Рис. 20. Донецкий бассейн (схема геолого-промышленного районирования):  
Выходы свит: 1 —  $C_2^5$ ; 2 —  $C_1^3$ ; 3 — разрывные нарушения; 4 — структурные зоны Складчатого Донбасса: I — крупных линейных складок, II — северная мелкой складчатости, III — южная мелкой складчатости, IV — Бахмутская котловина, V — Кальмиус-Торецкая котловина, VI — Западный Донбасс, VII — Старобельско-Миллеровская моноκлиналь; 5 — геолого-промышленные районы (цифры в кружках): 1 — Петриковский, 2 — Новомосковский, 3 — Петропавловский, 4 — Южно-Донбасский, 5 — Красноармейский, 6 — Донецко-Макеевский, 7 — Амвросиевский, 8 — Чистяково-Снежнянский, 9 — Центральный, 10 — Селезневский, 11 — Алмазно-Марьевский, 12 — Лисичанский, 13 — Старобельский, 14 — Миллеровский, 15 — Луганский, 16 — Ореховский, 17 — Краснодонский, 18 — Каменско-Гундоровский, 19 — Белокалитвенский, 20 — Тащинский, 21 — Боково-Хрустальский, 22 — Должанско-Ровенецкий, 23 — Гуково-Зверевский, 24 — Краснодонецкий, 25 — Сулино-Садкинский, 26 — Цимлянский, 27 — Шахтинско-Несветаевский, 28 — Задонский

ляет около 20% пластов мощностью более 0,6 м. Угленасыщенность отдельных свит по площади бассейна изменчива. В свите  $C_2^3$  число рабочих пластов наибольшее в южных и центральных, в свите  $C_2^4$  в вост. р-нах бассейна (табл. 40). Свита  $C_2^5$  характеризуется макс. угленасыщенностью и содержит рабочие пласты на всей площади ее распространения, а в Старобельско-Миллеровском районе это основная промышленно-угленосная свита. Свита  $C_2^6$  имеет высокую угленасыщенность в зап. и центральных р-нах и низкую — в вост. Свита  $C_2^7$  наиболее угленасыщена в верхней части на В и в нижней — на 3 бассейна. Угленосность средне-верхнекарбонных отложений в Амвросиевском, Ореховском, Миусском, Цимлянском районах низкая и промышленного значения не имеет.

По вещественному (петрографическому) составу средне-верхнекарбонные и нижнекарбонные угли существенно различны. Средне-верхнекарбонные угли — клареновые со сравнительно однородным петрографическим составом с преобладанием мацералов группы витринита. Нижнекарбонные угли — споровые кларено-дюрены со значительной изменчивостью состава отдельных пластов и повышенным участием мацералов групп липтинита и инертинита (см. табл. 5).

На территории Складчатого Донбасса распространены каменные угли всех основных марок (от длиннопламенных до тощих) и антрациты. В горизонтальном плане метаморфизм углей нарастает с 3 на В и с С на Ю. Угли наиболее ценных

ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ГЕОЛОГОПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНОВ ДОНЕЦКОГО БАССЕЙНА

Район, производственное объединение по добыче угля	Угленосные свиты (основные наиболее продуктивные)	Число пластов с мощностью, м:		Марочный состав углей (преобладающие подчеркнуты)	Запасы угля, млн т		Добыча угля, млн т
		более 0,45	более 0,6		A + B + C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	
Днепропетровская область							
Петриковский	C <sub>1</sub> <sup>2</sup> —C <sub>2</sub> <sup>3</sup> (C <sub>1</sub> <sup>3</sup> )	12	5	Б	286,7	—	—
Новомосковский	»	19	7	Д, ДГ	6045,0	1568,7	—
Павлоградско-Петропавловский:	»	25	12	ДГ, Г, ГЖ	5144,0	1077,7	9,22
Павлоградуголь	»						
Лозовской	C <sub>2</sub> <sup>1</sup> —C <sub>2</sub> <sup>3</sup>	8	4	Д, ДГ	556,7	48,4	—
Донецкая область							
Южнодонецкий: Донецкуголь	C <sub>1</sub> <sup>2</sup> —C <sub>2</sub> <sup>3</sup> (C <sub>1</sub> <sup>3</sup> )	26	8	Г, ГЖ, К, ОС	1534,2	195,8	1,97
Красноармейский:	C <sub>2</sub> <sup>1</sup> —C <sub>3</sub> <sup>1</sup> (C <sub>2</sub> <sup>5</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> )	43	15	Д—ОС	3265,1	1520,0	6,20
Добропольеуголь				Д, Г, ГЖ, Ж	991,3	137,6	8,35
Красноармейскуголь				Г, ГЖ, Ж—ОС	1138,2	537,4	4,77
Селидовуголь	—	—	—	Д, Г, ГЖ	369,7	144,7	—
Красноармейский Западный	C <sub>1</sub> <sup>4</sup>	—	2	Д, Г, ГЖ, ОС			
Донецко-Макеевский:	C <sub>2</sub> <sup>2</sup> —C <sub>3</sub> <sup>1</sup>	44	26	Д—ОС			
Донецкуголь (без Южнодонецкого)				Д, Г, ГЖ—ОС	2036,3	194,0	14,43
Макеевуголь				Г—ГЖ, Ж, К, ОС	1044,0	169,8	4,76
Советскуголь				Г—Ж, К, ОС, Т	952,6	73,6	5,31
Луганская область							
Центральный:	C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>3</sub> <sup>1</sup> (C <sub>2</sub> <sup>5</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> )	52	26	Г—А			
Дзержинскуголь				Г—Ж, К, ОС, Т	305,2	166,7	2,52
Артемуголь				Г, Ж, К, ОС, Т	477,4	274,4	5,38
Орджоникидзеуголь				Ж—ОС, Т, А	515,9	279,3	4,33
Чистяково-Снежнянский:	C <sub>2</sub> <sup>2</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> (C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> )	28	15	Т—А			
Октябрьуголь				Т, А	754,4	17,9	6,69
Шахтерскантрацит				ОС, Т, А	514,2	209,0	3,18
Торезантрацит				Т, А	1169,1	141,6	6,85
Луганская область							
Лисичанский: Лисичанскуголь	C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>3</sub> <sup>1</sup> (C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> )	22	16	Д, Г	718,0	93,3	2,78
Алмазно-Марьевский:	C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>3</sub> <sup>1</sup> (C <sub>2</sub> <sup>5</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> )	42	19	Г—Т			
Первомайскуголь				Д, Г, ГЖ, Ж, К	1689,2	243,7	3,36
Стахановуголь				Д, Г, ГЖ, Ж, К,	1962,2	286,8	0,56
Селезневский	C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> (C <sub>2</sub> <sup>5</sup> —C <sub>2</sub> <sup>6</sup> )	29	15	ОС, Т, А			
Луганский:	C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>3</sub> <sup>1</sup> (C <sub>2</sub> <sup>4</sup> —C <sub>2</sub> <sup>5</sup> )	37	17	К—А			
Луганскуголь				Д—ОС			
Краснодонский:	C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> (C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>2</sub> <sup>5</sup> )	25	12	Д, ДГ, Г, ГЖ—Т, А	3499,6	366,6	7,21
Краснодонуголь				Г—А			
Боково-Хрустальный:	C <sub>2</sub> <sup>1</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> (C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>2</sub> <sup>5</sup> )	33	16	Д, ДГ, Г, ГЖ, Ж,	1763,5	220,9	5,85
Донбассантрацит				К, ОС, Т, А			
Должанско-Ровенский:	C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> (C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>2</sub> <sup>5</sup> )	20	11	Т—А	1599,1	512,2	5,63
Антрацит				Т, А			
Ровенькиантрацит				А	432,5	50,7	3,44
Свердловантрацит				А	692,6	65,6	6,7
Северный (Старобельский)	C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> (C <sub>2</sub> <sup>5</sup> )	6	3	А	1086,5	115,9	7,05
				Д	1363,5	1061,0	—

Район, производственное объединение по добыче угля	Угленосные свиты (основные наиболее продуктивные)	Число пластов с мощностью, м:		Мерочный состав углей (преобладающие подчёркнуты)	Запасы угля, млн т		Добыча угля, млн т
		более 0,45	более 0,6		A + B + C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	
Ростовская область							
Каменско-Гундоровский	C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>2</sub> <sup>6</sup>	14	8	Д—Т	—	—	—
Гуково-Зверевский:	C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>3</sub> <sup>1</sup> (C <sub>2</sub> <sup>4</sup> —C <sub>2</sub> <sup>5</sup> )	33	5	А	2450,3	791,9	9,7
Гукууголь	C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> (C <sub>2</sub> <sup>4</sup> , C <sub>2</sub> <sup>5</sup> , C <sub>2</sub> <sup>7</sup> )	20	4	Г, Ж, К—Т, А	—	—	—
Белокалитвенский	C <sub>2</sub> <sup>4</sup> —C <sub>2</sub> <sup>5</sup>	9	3	Ж—Т	—	—	—
Тацинский	C <sub>2</sub> <sup>5</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> (C <sub>2</sub> <sup>7</sup> )	10	2	К—Т	—	—	—
Краснодонский	C <sub>2</sub> <sup>4</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> (C <sub>2</sub> <sup>5</sup> , C <sub>2</sub> <sup>7</sup> )	20	6	А	—	—	—
Сулино-Садкинский	C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> (C <sub>2</sub> <sup>4</sup> —C <sub>2</sub> <sup>5</sup> )	28	8	А	3382,4	821,9	14,18
Шахтинско-Несветзевский	C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> (C <sub>2</sub> <sup>4</sup> —C <sub>2</sub> <sup>5</sup> )	—	—	Ж, К, ОС, Т, А	110,6	11,7	1,22
Ростовуголь	C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> (C <sub>2</sub> <sup>4</sup> )	9	2	А	460,9	8,6	—
Шахтуголь	C <sub>2</sub> <sup>3</sup> —C <sub>2</sub> <sup>7</sup> (C <sub>2</sub> <sup>5</sup> )	4	3	Д	—	1120,6	—
Задонский							
Миллеровский							

марок (от ГЖ до ОС) залегают в узкой полосе шириной 15—20 км, протягивающейся вдоль зап. (Донецко-Макеевский, Центральный и Алмазно-Марьевский районы) и сев. (Краснодонский, Белокалитвенский, Тацинский районы) окраин Складчатого Донбасса. С внешней стороны эта полоса окаймлена площадями развития углей марок Г, ДГ и Д (юго-зап. части Донецко-Макеевского, Красноармейский, Лисичанский, Луганский, Каменско-Гундоровский районы). На обширной площади Центральной и юго-вост. частей прогиба распространены антрациты, отделенные от спекающихся каменных углей узкой зоной тощих углей.

В ириплатформенных р-нах бассейна метаморфизм углей более слабый. В Старобельско-Миллеровской моноклинали он нарастает с С на Ю с соответственным изменением марочного состава углей от Б до Д. Метаморфизм нижнекарбонных углей в Зап. Донбассе нарастает в вост. направлении, марочный состав углей изменяется от бурых в Петриковском и длиннопламенных в Новомосковском до газовых в Петропавловском и марок ГЖ, Ж и КЖ в Южнодонбасском р-не.

Среднекарбонные угли обычно повышено зольные ( $A^d$  12—18%), малозольные (до 9%) угли единичных пластов. Нижнекарбонные угли преимущественно малозольные (до 7%). Содержание серы в среднекарбонных углях изменчивое. Мало-сернистые ( $S_r^d$  1,5%) угли распространены преимущественно в юго-зап. части бассейна, в центральных и сев. районах преобладают сернистые (2,5—3,5%) и высокосернистые (более 3,5%) угли. Содержание фосфора не превышает 0,01%. Средние величины теплоты сгорания изменяются в пределах (соответственно углей марок Д, К и антрацитов):  $Q_s^{daf}$  31,81—36,29—33,66;  $Q_r^r$  18,50—29,01—20,89 МДж/кг.

Донецкий бассейн — основной поставщик коксохимического сырья и энергетического топлива для УССР, центральных районов РСФСР, Грузии и других, более отдаленных республик. Из общей добычи 156,9 млн т 40% составляют коксующиеся угли, 3570 антрациты. Более 30% добываемых энергетических углей сжигается на крупных электростанциях, остальная часть — в транспорте, для коммунально-бытовых нужд и предприятиями различных отраслей промышленности. Длиннопламенные и неспекающиеся газовые угли используются также как газогенераторное топливо, антрациты — для производства электрокорунда, карбида кальция, электродного и линейного термоантрацита.

Разработка угля в бассейне осуществляется шахтами, средняя производственная мощность их около 600 тыс. т, максимальная — 4 млн. т. В старых наиболее освоенных районах Складчатого Донбасса запасы угля на верхних горизонтах в основном отработаны, разработка углей ведется на глубинах

400—800 м, а в ряде шахт, добывающих коксующиеся угли ценных марок,— 1000 и 1250 м. В Зап. Донбассе интенсивно осваиваются запасы углей марок Г-Ж (Петропавловский и Южнодонбасский р-ны) на глубинах до 300 м. В Новомосковском районе и на Старобельской площади (Богдановское м-ние) подготовлены для освоения участки с углями марки Д и переходными от бурых к длиннопламенным.

Горно-геологические условия разработки сложные в связи с небольшой мощностью угольных пластов, развитием мелких и крупных размывов, тектонической нарушенностью. Освоение глубоких горизонтов в основных геолого-промышленных районах Складчатого Донбасса осложнено повышенными горным давлением, газоносностью, проявлением горных ударов, внезапных выбросов угля и пород, усложнением геотермических условий. Более 25% действующих шахт относятся к сверхкатегорийным по метану, число негасовых шахт, в основном добывающих антрациты (Должанско-Ровенецкий, Шахтинско-Несветаевский районы), составляет 12%. Температура воздуха в рудничных забоях на глуб. 700—900 м нередко превышает +25°C.

Гидрогеологические условия характеризуются различной степенью сложности для открытой и закрытой частей бассейна. В большинстве шахт водопритоки составляют 50—100 м<sup>3</sup>/ч, реже 100—250 м<sup>3</sup>/ч, в единичных случаях более 250 м<sup>3</sup>/ч, имели место кратковременные прорывы вод с дебитами 300—500 м<sup>3</sup>/ч и более. С глуб. наблюдается уменьшение водопритоков до 15—25 м<sup>3</sup>/ч. В закрытых зап. и сев. районах гидрогеологические условия вскрытия и отработки углей осложнены повышенной водообильностью перекрывающих карбон отложений мезо-кайнозоя, за счет которых возрастает общий водоприток в шахты; кроме того, содержащиеся в бучакских отложениях палеогена мелкозернистые пески приобретают при водонасыщении плавунные свойства, что осложняет проходку стволов шахт.

Запасы угля бассейна, разведанные до глубины 1200—1500 м от дневной поверхности (на отдельных площадях до 1800 м),— 50,4 млрд т, предварительно оцененные 12,6 млрд т. Наибольшее распространение в бассейне имеют газовые угли, запасы их составляют около 36% от общих разведанных запасов бассейна, запасы антрацитов 17,8%. Запасы коксующихся углей всех марок 31%, в том числе дефицитных марок Ж, К, ОС — 13,8%.

#### Львовско-Волинский бассейн

Бассейн находится на территории Львовской и Волинской обл. УССР, занимая узкую полосу длиной по простиранию 125 км вдоль границы с ПНР от городов Олеско-Буск на Ю до г. Владимира-Волинского на С.

Промышленная угленосность установлена в 1948 г., освоение бассейна начато в 1950 г., добыча угля — в 1954 г.

Угленосные отложения нижнего (C<sub>1v</sub>—C<sub>1n</sub>) и среднего (C<sub>2b</sub>) карбона слагают замковую часть крупной Львовской мульды — юго-вост. замыкания Люблинского угольного бассейна (ПНР), связанного с Лодзинско-Львовским прогибом на зап. окраине древней Восточно-Европейской платформы. Общее моноклиналиное залегание каменноугольных отложений с падением на СЗ под углами 0,5—1° осложнено в юж. части бассейна широкими пологими брахисинклиналями (с С на Ю): Межреченской, Тягловской и Каровской, в которых выделены одноименные м-ния. На моноклиналином залегании в сев. и центральной его частях находятся Волинское и Забугское, а в обособленной брахискладке — Сокальское м-ния. Разделяющие брахисинклинали поднятия осложнены крупными взбросами и сбросами амплитудой в десятки и сотни метров. Падение пород на крыльях этих складок 5—7°, центральные части их поражены мелкими разрывами преимущественно сев.-вост. простирания. Угленосные отложения перекрываются комплексом юрских, меловых и неогеновых осадочных отложений, мощность которых возрастает в юго-западном направлении от 100 до 1000 м.

Промышленная угленосность в основном связана с намюрскими отложениями, содержащими 1-4 пласта, залегающими на глубине от 250 м на востоке до 750 м на западе со средней мощностью 0,7—1,2 м при колебаниях 0,5—3,1 м. В башкирских и визейских отложениях содержатся многочисленные пласты и пропластки угля, мощность которых достигает рабочего значения лишь спорадически на ограниченных участках. Угли каменные, в основном марки Г (81%), частично Д, ГЖ и Ж, с возрастанием степени метаморфизма в южном направлении. Качество товарного угля:  $W^r$  5—10%,  $A^d$  23—42%,  $V^{daf}$  36—39%,  $S_t^d$  3,3—4,5%,  $Q_s^{daf}$  32,15—34,54,  $Q_t^r$  16,29—21,44 МДж/кг. Используются как энергетическое топливо, частично — как коксохимическое сырье.

Наиболее благоприятные для промышленного освоения м-ния: Волинское, Межреченское и Забугское (табл. 41). Другие разведанные м-ния характеризуются более низкой угленасыщенностью и ограниченными запасами угля (Сокальское) или более глубоким залеганием угольных пластов (Тягловское). На Каровском и обособленном Бусском м-ниях проведены только поисковые работы, глубина залегания угольных пластов 1300—1800 м. Разработка угля ведется на глубинах 330—500 м.

Горно-геологические условия сложные из-за малой и невыдержанной мощности пластов, большой глубины их залегания, высокой метаноносности углей и пород. Наличие мощного водоносного горизонта в верхнемеловых отложениях обуслови-

ТАБЛИЦА 41  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЛЬВОВСКО-ВОЛЫНСКОГО БАСЕЙНА

Месторождение	Площадь, км <sup>2</sup>	Число рабочих пластов	Глубина залегания, м	Марка (группа) угля	Запасы угля, млн. т	
					A + B + C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
Волынское	370	3	330—505	Д, ДГ	88,1	—
Межреченское	90	3	435—550	Г, ГЖ, Ж	229,9	4,0
Забугское	400	3—4	470—600	Г	334,1	39,0
Тягловское	150	7	870	Г, ГЖ	263,7	22,2
в том числе участок № 1	47	—	—	Ж, ГЖО	95,4	6,7
Сокальское (Госуд. балансом запасы м-ния не учитываются)	50	1—2	250—350	Д	39,9	—

вают необходимость применения специальных способов проходки стволов шахт.

Запасы угля (млн т): разведанные 964,4, предварительно оцененные—126,6. Добыча 10 млн. т.

#### Днепровский бассейн

Днепровский бассейн объединяет многочисленные обособленные месторождения и угленосные проявления бурого угля (около 200), выявленные в основном на правом берегу р. Днепр в полосе, простирающейся на 680 км с СЗ на ЮВ при ширине около 150 км в пределах Житомирской, Винницкой, Киевской, Черкасской, Кировоградской, Днепропетровской и Запорожской областей УССР. Наибольшее промышленное значение имеют месторождения на территории Кировоградской и Днепропетровской областей.

Наличие углей в бассейне известно с XVI в. В 1798 г. попытка отработки их шахтами не увенчалась успехом из-за сложных гидрогеологических условий. Повторно начатая в 1868 г. добыча угля продолжалась до 1902 г., частично в 1914—1918 гг., интенсивное освоение бассейна начато в годы первых пятилеток.

В отрицательных формах древнего рельефа кристаллических пород Украинского щита (тектонно-эрозионных впадинах) на каолинизированных продуктах их выветривания залегают палеогеновые и неогеновые образования. В маломощной угленосной формации платформенного типа бучакского яруса палеогена содержатся одна—две промышленные залежи бурого угля линзовидной формы и сложного изменчивого строения. Конфигурация залежей в зависимости от форм впадин — вытянутая, изо-

метричная, рукавообразная, размеры от нескольких квадратных километров до 100 км<sup>2</sup>. Мощность угленосных отложений нарастает к центральным частям впадин до 45 м (редко до 60 м), угольных залежей соответственно до 20 м; в периферических частях угли выклиниваются. Преобладающая мощность залежей 3—6 м, залегание горизонтальное, пологоволнистое, на отдельных участках нарушенное диапирами; глубины залегания 5—160 м.

Угли бурые, технологической группы 1Б.  $W^r$  54—58%,  $A^d$  15—30%,  $S_i^d$  3—4%,  $Q_s^{daf}$  25,1—30,  $Q_i^r$  5,02—9,2 МДж/кг; содержание смол  $T_{sk}$  10—18%, выход битумов  $B^d$  (на некоторых месторождениях) до 10%. Используются как энергетическое топливо, в небольшом количестве для получения монтан-воска. Направляемые для сжигания угли предварительно брикетируются (без связующих веществ). Расход угля на 1 т брикетов 1,98т, теплота их сгорания  $Q_s$  8,8—9,0 МДж/кг. В 1987 г. добыто 8,6 млн т угля. На месторождениях Морозовском, Бандровском добыча ведется в основном в открытой форме. Используются также месторождения: Коростышевское, Андрушевское (Житомирская обл.), Кайтановское, Казацкое (Черкасская обл.) и другие более мелкие м-ния.

Разведанные запасы угля бассейна 1,99 млрд т, предварительно оцененные 165 млн. т. Около 25% запасов пригодны для открытого способа добычи.

Резерв будущего освоения — крупные месторождения в Днепропетровской области: Синельниковское (305 млн т), Ново-Александровское (209 млн т), Верхнеднепровское (238 млн т), Анновское (57 млн т) с угленосностью, представленной залежью угля средней мощностью 3—6 м на глуб. 60—160 м.

#### МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ И ПРИПЯТСКОЙ ВПАДИН

В приосевых частях обширной Днепровско-Донецкой впадины (см. рис. 19) распространены небольшие по площади депрессии, образование которых связано с процессами галогенеза мощных соленосных толщ перми и девона. В некоторых из них в разрезе выполняющих осадочных образований содержатся залежи бурого угля олигоцен-миоценового возраста. На территории УССР выявлены месторождения: Ново-Дмитровское, Сула-Удайское, Берекское, Бантышевское и Южно-Перещепинское.

Детально разведано Ново-Дмитровское м-ние, находящееся вблизи ж.-д. станции Барвенково в Харьковской обл.

Впадину в палеозойском фундаменте овальной формы площадью около 15 км<sup>2</sup> и глуб. около 1000 м выполняют палеоген-неогеновые отложения (от эоцена до плиоцена включительно). Они слагают ограниченную разломами по бортам пологую брахисинклиналь с падением пород от периферических частей к центру под углами, выходящими вверх по разрезу на крыльях складки от 35—45° в палеогене до 5—17° в неогене. В олигоцен-миоценовой угленосной формации содержится пять залежей бурого угля, которые подразделяются на отдельные пласты с мощностью, достигающей нескольких десятков метров (пл. III<sub>2</sub> — 73 м). В центре впадины строение пластов простое, к периферическим ее частям пласты расщепляются и выклиниваются. Глубина залегания пластов (м): верхнего (V<sub>2</sub>) 35—96, нижнего (I) 108—550, основного (III<sub>2</sub>) 96—404. Угли бурые, технологической группы 1Б. Качество углей:  $W_t^r$  50—56%,  $A^d$  18—40%,  $S_t^d$  2—3%, выход битумов 11,8%,  $Q_s^{daf}$  26,37—29,3,  $Q_i^r$  7,96—10,04 МДж/кг. Разведанные запасы угля 390 млн т. М-ние пригодно для разработки открытым способом. Гидрогеологические условия сложные, для освоения потребуется предварительное осушение.

На Сула-Удайском м-нии в палеогеновых отложениях, выполняющих межкупольный прогиб, вскрыто 5 горизонтально залегающих пластов бурого угля. Мощность Верхнего пласта 2,7 м. Нижнего — 3,8 м, остальные пласты нерабочие. Глубина залегания Верхнего пласта 15—98,5 м. Угли технологической группы 1Б.

Месторождение разведано предварительно, запасы угля оцениваются в 504 млн т.

В пределах Припятской впадины, отделенной от Днепровско-Донецкой Черниговским выступом, на территории Белоруссии выявлены мелкие буроугольные месторождения раннемиоценового возраста: Житковичское, Бриневское, Дубровское. Детально разведано Житковичское месторождение в 3 км от г. Житковичи. На площади около 20 км<sup>2</sup> в отложениях нижнего миоцена мощностью 5—38 м скважинами вскрыт линзовидный пласт угля мощностью 0,5—10 м (в среднем 3—5 м) и относительно простым строением. Распространен он в виде обособленных тел, залегающих почти горизонтально на глуб. 2—46 м. Наиболее крупные Северная и Найдинская залежи общей площадью около 16 км<sup>2</sup> разведаны детально, остальные, более мелкие — предварительно. Угли бурые, технологической группы 1Б. Основные показатели качества угля:  $W_t^r$  56%,  $A^d$  18—21%,  $S_t^d$  0,6%,  $Q_s^{daf}$  24,53,  $Q_i^r$  6,7 МДж/кг. Разведанные запасы угля 45 млн т, пригодны для отработки открытым способом. Гидрогеологические условия сложные, для освоения месторождения необходимо предварительное осушение.

В юго-зап. областях Украины выявлены многочисленные мел-

кие м-ния углей неогенового возраста, объединяемые в три обособленные угленосные площади: Приднестровскую, Прикарпатскую и Закарпатскую.

Приднестровская площадь протягивается субширотной направленной узкой полосой (7—30 км) на протяжении 180 км между гг. Рава-Русская и Шуйском. В отложениях торntonского яруса миоцена на глуб. 5—60 м вскрыты разобщенные линзы бурого угля площадью 0,1—2,5 км<sup>2</sup>. В наиболее крупных ранее разрабатывавшихся месторождениях: Золочевском, Дубровском и Ясеновском с запасами угля от 100 тыс. до 1 млн т содержатся от 1 до 3 линз мощностью 0,5—1,5 м (редко до 3 м). Угли бурые.  $W_t^r$  35—50%,  $A^d$  10—50%,  $S_t^d$  2—10%. Теплота сгорания  $Q_s^{daf}$  около 20,  $Q_i^r$  12 МДж/кг.

Прикарпатская площадь также представлена полосой распространения миоценовых отложений, протягивающейся с СЗ на ЮВ на 130 км между гг. Калуш и Стороженец при ширине 15—30 км. На ее площади известны Коломыйское, Новоселище-Джуровское, Милие-Испасское, Тростницкое, Каранчевское м-ния. До последнего времени мелкими шахтами разрабатывалось Коломыйское м-ние с запасами угля около 8 млн т. Угленосная толща торntonского яруса миоцена слагает асимметричную синклиналь с опрокинутым западным и пологим (3—5°) восточным крыльями. Разрабатывалось два пласта мощностью 0,5—1 м и более. Угли переходные от бурых к длиннопламенным.  $W_t^r$  до 15%,  $A^d$  10—20%,  $S_t^d$  2—6,5%. Теплота сгорания  $Q_s^{daf}$  более 20 МДж/кг.

На Закарпатской площади в пределах Солотвинской и Чоп-Мукачевской межгорных впадин известно до 20 обособленных месторождений бурого угля. Из них Ужгородское, Березинское, Велико-Раковецкое, Горбское и Ильницкое разрабатывались ранее. В отложениях сармата и понта содержится от одного до пяти угольных пластов невыдержанной мощности (доли — 5—7 м и более) и сложного изменчивого строения. Показатели качества:  $W_t^r$  15—35%,  $A^d$  10—40%,  $S_t^d$  1,5—5,8%,  $Q_s^{daf}$  16,74—25,12 МДж/кг.

Запасы угля большинства месторождений 1—4 млн т. Ильницкого 28,4 млн т.

#### БАСЕЙНЫ И УГЛЕНОСНЫЕ ПЛОЩАДИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РСФСР

На северо-востоке европейской части РСФСР находится крупный Печорский бассейн с углями пермского возраста разнообразного марочного состава (от бурых до антрацитов) — сырьевая база металлургических комбинатов, крупных электростанций и предприятий. В центральной части и на восточной окраине Русской платформы выделена Московско-Уральская

верхнепалеозойская угленосная провинция, объединяющая интенсивно разрабатываемые Подмосковский и Кизеловский угольные бассейны и на осваиваемые Камскую угленосную площадь, Белгород-Обоянский и Шугор-Вуктыльский угленосные р-ны с нижнекарбонным углеобразованием. На юго-востоке европейской части РСФСР находится Южно-Уральский бурогольный бассейн, объединяющий разрозненные разрабатываемые и подготовленные для освоения бурогольные месторождения миоцено-олигоценного возраста, образовавшиеся в результате процессов соляной тектоники в подстилающих палеозойских породах. В южных районах европейской части РСФСР (кроме восточной части Донецкого бассейна) угли известны в пределах выделенных северо-кавказских верхнепалеозойской и юрской угленосных провинций, объединяющих разобщенные мелкие месторождения (с запасами угля 1—10 млн т) в широкой полосе вдоль передового Кавказского хребта (Ставропольский край). Из многочисленных известных месторождений разрабатываются для местных нужд Хумаринское (добыто в 1987 г. 57 тыс. т) и Аксаут-Тебердинское (35 тыс. т) месторождения каменного угля, на Картджурском месторождении строится шахта производственной мощностью 30 тыс. т.

#### Печорский бассейн

Печорский бассейн находится на территории Коми АССР и частично Ненецкого авт. округа Архангельской обл. Мощная угленосная формация пермского возраста выполняет приполярную часть Предуральского краевого прогиба (между Печорской синеклизой Русской платформы и Уральским складчатым сооружением) к С от поперечных поднятий в прогибе — Печорской гряды и гряды Чернышева — до Баренцева моря (рис. 21).

Уголь обнаружен в 1828 г., освоение бассейна начато в 1932 г.

Угленосная формация ( $P_{1k}-P_2$ ), залегающая на молассовой формации артинско-сакмарского возраста (юньягинской серии), подразделена на две серии: воркутскую ( $P_{1k}-P_{2u}$ ) и печорскую ( $P_{2kz}-t$ ). В воркутской серии выделены нижневоркутская (лекворкутская) и верхневоркутская (интинская), в печорской — нижняя (сейдинская) и верхняя (тальбейская) свиты. Мощность угленосной формации от 200—1700 м в приплатформенной (юго-зап.) до 6600 м в пригеосинклинальной (сев.-зап.) частях бассейна. На большинстве разведанных м-ний разрез угленосной формации с учетом цикличности ее строения, чередования повышено-и слабоугленасыщенных его частей и некоторых литологических особенностей дополнительно подразделен на пакеты, обозначаемые прописными буквами латинского (для воркутской серии) и русского (для печорской) алфавита; пла-



Рис. 21. Печорский бассейн:

Поднятия: А — Пайхойский мегаантиклинорий; Б — поднятие Чернова; В — гряда Чернышева; мегаинклинали: I — Карская, II — Коротайнская, III — Усинская, IV — Косью-Роговская; 1 — Границы бассейна (распространения пермских отложений); 2 — границы распространения мезозойских отложений; 3 — выходы рудничной подсвиты; 4 — месторождения: 1 — Хейягинское, 2 — Силовское, 3 — Пазмбойское, 4 — Хальмерское, 5 — Верхнесырьягинское, 6 — Нижнесырьягинское, 7 — Юньягинское, 8 — Воркутское, 9 — Воргашорское, 10 — Усинское, 11 — Сейдинское, 12 — Верхне-Роговское, 13 — Интинское, 14 — Кожимское

сты угля в пакетах индексируются соответствующими строчными буквами. Общее число пластов до 270: 160 в воркутской серии и ПО в печорской. Мощность рабочих пластов 0,7—2 м, макс. (единичных пластов) достигает 5 м.

Структурные особенности залегания угленосной формации определяются взаимоотношениями их со складчатыми сооружениями Урала на Ю и Пайхойским антиклинорием на С бассей-

на. В сев. части бассейна, отделенной от юж. поднятием Чернова, развиты разделенные Пайхойским антиклинорием Коротаихинская и Карская мегасинклинали; длинные оси их ориентированы в СЗ (параллельном Пай-Хою) направлении, крылья осложнены складчатостью более мелких порядков и многочисленными разрывными нарушениями.

К Ю от поднятия Чернова в вост. части бассейна расположена Усинская мегасинклиналь — основное угленосное поле бассейна. Длинная ось ее ориентирована в сев.-вост. направлении параллельно Уральскому хр., строение асимметричное — зап. крыло пологое и слабопарушенное, вост. крыло крутое с дополнительной линейной складчатостью, интенсивно нарушено разрывами. В сев. части Усинской мегасинклинали развиты разобщенные антиклинальными поднятиями широкие пологие брахисинклинали (мульды) — Воргашорская, Воркутская и Юньягинская, в зап. — Усинская синклиналь. В примыкающей с Косью-Роговской мегасинклинали выделяются линейно вытянутые Интинская и Роговская синклинали.

В зап. части бассейна между сев.-зап. (Ватъярское поднятие) и сев.-вост. (ограничивающей с 3 Усинскую мегасинклиналь) ветвями гряды Чернышева находятся Верхне-Адзвинская, Тальбейская и Шарью-Заостренская синклинали с крутыми, нарушенными разрывами, крыльями. Приплатформенная часть бассейна изучена слабо.

На качестве углей отразился региональный метаморфизм, степень которого возрастает с глубиной, на современном эрозионном срезе в направлении от приплатформенных частей бассейна к складчатым областям. Марочный состав углей изменяется от Б (Верхне-Адзвинская мульда) и Д (Интинская синклиналь) до Г, Ж, К (сев. районы Усинской мегасинклинали), К, ОС, Т (ЮВ замыкание Коротаихинской мегасинклинали) и А (сев.-вост. крыло Пайхойского антиклинория).

Оптимальная угленосность связана с пакетом рудницкой (верхней) подсвиты нижневоркутской свиты, содержащим пласты: Пятый ( $n_{7+8}$ ,  $n_7$ ), Мощный ( $n_{11+12+13+14}$ ), Тройной ( $n_{12+13+14}$ ), Третий ( $n_{12}$ ), Двойной ( $n_{12+13}$ ), Первый ( $n_{14}$ ) — различные модификации результата расщепления и слияния пластов  $n_7$ — $n_{14}$ . На значительных площадях эти пласты имеют простое строение, сложены клареновыми и дюрено-клареновыми коксующимися углями марок Г, Ж, К, ОС с легкой и средней обогатимостью. Они представляют собой основные объекты разработки и разведки. Пласты верхневоркутской свиты обычно имеют сложное строение, сложены высокозольными труднообогатимыми углями и пригодны для использования в качестве энергетического топлива. Они разрабатываются в более ограниченных масштабах. Угленосность печорской серии изучена слабо, содержащиеся в ней угли не разрабатываются.

С учетом территориального размещения выявленных месторождений и особенностей их геол. строения в наиболее изученной (6 тыс. км<sup>2</sup>) части бассейна выделены геолого-промышленные районы: Хальмерюский, Воркутский и Интинский.

Воркутский район включает основные м-ния бассейна, находящиеся в сев.-зап. части Усинской мегасинклинали в обособленных брахисинклиналих. Разрабатываются приуроченные к одноименным структурам Воркутское, Воргашорское с углями марок Ж, частично Г, Юньягинское с углями марки К, подготовлено для освоения Усинское (марка Ж) и опробовано Сейдинское (марка Г) м-ния. В рудницкой подсвите содержится 4—9 пластов мощностью более 0,7 м, преобладающая 1—2 м, макс. (пл. Мощного) — 4,5 м. Залегание пород на крыльях складок 3—50°, в донных частях полого-волнистое, широко развиты дополнительная складчатость более мелкого порядка и разрывные нарушения. В верхневоркутской свите содержится до 12 пластов мощностью более 0,7 м и с углями марки Д, высокозольными и труднообогатимыми, которые в настоящее время не разрабатываются.

В Хальмерюском р-не, объединяющем выявленные на юж. крыле и вост. замыкании Коротаихинской мегасинклинали м-ния, разрабатывается Хальмерюское м-ние, характеризующееся очень сложным строением. На осваиваемой его части породы воркутской серии слагают ряд линейных складок с пологими зап. и крутыми (70—90°) вост. крыльями, осложненными дополнительной складчатостью, надвигами и взбросами. В рудницкой подсвите содержится 4—11 невыдержанных пластов угля средней мощностью 0,7—1,6 м (макс. до 2,4 м); наблюдаются тектонические раздувы и пережимы пластов. Угли марки К. Другие м-ния р-на — Силовское, Паэмбойское. Верхнее ырьягинское и Нижнесырьягинское — с углями марок Ж, К, ОС также характеризуются сложным геол. строением, наиболее изучено Верхнесырьягинское м-ние.

В Интинском р-не разрабатывается Интинское и разведано Кожимское м-ния, приуроченные к одноименным узким, вытянутым в субмеридиональном направлении коробчатым синклиналим. В верхневоркутских отложениях содержится до 11 угольных пластов сложного строения с углями марки Д. Крылья складок крутые (45—60°), донные части полого-волнистые, осложненные редкими крупными разрывами. Широко развита малоамплитудная нарушенность.

Добыча угля ведется подземным способом, глуб. разработки на Воркутском м-нии 300—900 м, на Воргашорском 180—350 м, на Хальмерюском 300 м, на Интинском 150—600 м. В 1987 г. добыто 26,8 млн т. Горнотехнические условия эксплуатации сложные из-за широкого развития многолетней мерзлоты, интен-

ТАБЛИЦА 42  
КАЧЕСТВО УГЛЕЙ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕЧОРСКОГО БАССЕЙНА

Месторождения	Марка угля	$W_f^r$ , %	$A^d$ , %	$S_f^d$ , %	$V^{daf}$ , %	$Q_s^{daf}$ , МДж/кг	$Q_f^r$ , МДж/кг
Воркутское	ЖР	5,5	24,8	0,9	32,0	34,87	24,19
Хальмерюское	КР	6,1	24,4	0,8	28,0	35,91	24,32
Интинское	ДР	10,0	28,7	3,0	39,1	30,93	18,59

сивной нарушенности большинства м-ний, повышенной метаносности. Обводненность горных выработок относительно невысокая, притоки воды обычно не превышают 100 м<sup>3</sup>/ч. Усредненные данные о качестве добываемого угля приведены в табл. 42.

Разведанные запасы угля бассейна 8,2, предварительно оцененные 0,6 млрд т. Основные разведанные запасы в процентах от общих относятся к маркам: Ж (47), Д (27) и Г (22). Запасы угля марок К и ОС и Т ограничены (от 1,5 до 2%) - Общие разведанные запасы коксующихся углей 3,7 млрд т, на подготовленных для промышленного освоения Усинском 1,4 (марки Ж) и Верхнесырьягинском (марки ОС) 0,25 млрд т.

Большая часть территории бассейна, особенно сев. и сев.-зап. р-ны, изучена слабо. Перспективы развития бассейна значительны, но основная часть прогнозных ресурсов углей представлена высокозольными труднообогатимыми разностями.

#### Подмосковный бассейн

- По времени открытия (1722 г.) и начала добычи угля (1855 г.) Подмосковный бассейн — один из старейших в СССР. Он находится в центре европейской части РСФСР на территории Новгородской, Калининской, Смоленской, Калужской, Московской, Тульской и Рязанской областей, охватывая полукольцом р-н г. Москвы. В границах бассейна объединены многочисленные изолированные м-ния бурого угля, приуроченные к вторичным внутринлаформенным впадинам, осложняющим зап. и юж. крылья Московской синеклизы. На 3 и Ю он ограничен выходами под покровные отложения нижнекарбонных угленосных пород, по падению (к центру Московской синеклизы) — глуб. залегания продуктивной толщи 200 м. Глубже угленосность нижнекарбонных отложений не изучалась. В этих границах общая площадь бассейна составляет около 120 тыс. км<sup>2</sup>.

М-ния оконтуриваются генетическим выклиниванием угольных пластов на бортах впадин или постформационными размывами. Площади их 10—120 км<sup>2</sup>, участков с промышленной

угленосностью 0,5—100 км<sup>2</sup> (в среднем 30 км<sup>2</sup>). Маломощная (25—180 м) угленосная формация (яснополянский надгоризонт визейского яруса нижнего карбона), сложенная песчано-глинистыми отложениями, содержащими от единиц до 25 угольных пластов и прослоев, подразделяется на два продуктивных горизонта (снизу вверх): бобриковский и тульский.

Бобриковский горизонт мощностью 25—30 м (макс. в понижениях доугленосного рельефа 100—140 м) содержит до четырех рабочих пластов. Наиболее выдержан один (II) рабочий угольный пласт средней мощностью 1,4—2,8 м (до 5—12 м) — основной объект разработки. Другие пласты бобриковского горизонта, так же как и пласты верхнего тульского горизонта, приобретают промышленное значение на локальных участках; обычно они нерабочие.

Угленосная формация залегает на размытой поверхности известняков турнейского яруса (местами девона) и перекрывается карбонатной толщей визейского яруса. Залегание пород практически горизонтальное со слабым наклоном (доли градуса) к центру Московской синеклизы, местами нарушенное карстовыми процессами.

Угли бурые, групп 1Б, 2Б. Средние показатели качества добываемых углей:  $W_f^r$  32%,  $A^d$  39%,  $S_f^d$  4,2%,  $Q_s^{daf}$  27,3,  $Q_f^r$  9,9 МДж/кг. Используются как энергетическое топливо на крупных ТЭЦ.

Бассейн характеризуется сложными гидрогеологическими условиями. Наличие в подстилающих и перекрывающих угленосную формацию толщах карбонатных пород, к которым приурочены высокообильные взаимосвязанные водоносные горизонты, определяет необходимость предварительного осушения осваиваемых м-ний. Число водоносных горизонтов, напоры вод в них возрастают с увеличением глуб. залегания пластов к центру Московской синеклизы.

В соответствии с историческим развитием добычи угля и этапностью геологического изучения территория бассейна подразделена на 12 укрупненных геолого-промышленных р-нов. Наиболее интенсивно осваиваются относительно простые по гидрогеологическим условиям м-ния в Центральном, Южном, Черепетском, Калужско-Сухиничском, Алексинском и Львов-Скопинском р-нах на юж. крыле Московской синеклизы на территории Тульской, частично Калужской, Московской, Рязанской областей. М-ния с наименее глубоким (15—30 м) залеганием пластов угля полностью или в большей части отработаны, в настоящее время преобладающие глуб. залегания почвы основного пласта на действующих шахтах 60—90 м, в Алексинском, Черепетском, Калужско-Сухиничском р-нах строятся и подготавливаются к строительству шахты глубиной 105—140 м.

в зап. р-нах бассейна добыча углей ведется лишь единичными шахтами в Нелидово-Селижаровском (Калининская обл.) и Дорогобуж-Сафоновском (Смоленская обл.) геолого-промышленных районах. Разведанные крупные (Всходское, Полдневское, Ельнинское, Семлевское и др.) м-ния характеризуются глубоким залеганием угольных пластов (80—130 м) и сложными гидрогеологическими условиями.

Перспективен для освоения Кораблинский р-н в юго-вост. части бассейна (Рязанская обл.). Осложняющие факторы — повышенная сложность гидрогеологических условий и высокая сернистость ( $S_t^d$  5—8%) углей.

Добыча угля 16,5 млн т/год. В основном ведется подземным, в небольшом объеме (4 разреза сумм. мощи. 3 млн т) открытым способом. Разведанные запасы 4,08 млрд т, предварительно оцененные 1,02 млрд т. Резерв разведанных для нового шахтного строительства м-ний (участков) обеспечивает поддержание достигнутого уровня угледобычи без существенного ее прироста.

#### Камская угленосная площадь

Камская угл. пл. (около 40 тыс. км<sup>2</sup>) выделена на территории Нижнего и Среднего Прикамья (от г. Сарапул до г. Казань) и Среднего Поволжья (к В от р. Волги между городами Казань и Тетюши в пределах Татарского свода). При бурении нефте-разведочных скважин в 1952 г. в отложениях визейского яруса карбона, повсеместно перекрытых мощным комплексом морских (частично терригенных) отложений карбона и перми, местами юры и мела, вскрыт угольный пласт. По материалам поисково-структурных скважин и интерпретации геофизических данных нефте-разведочных скважин на глуб. 1000—1500 м в бобриковском и тульском горизонтах визейского яруса карбона суммарной мощностью 200 м выявлено до восьми угольных пластов, из них 2—3 достигают рабочей мощности (2—10 м, в единичных пересечениях 10—20 м).

Выдержанность пластов по площади не изучена, по аналогии с Подмосковным бассейном предполагается линзовидный прерывистый характер залежей с возрастанием угленасыщенности в р-нах впадин (Вятской, Камско-Кинельской и др.) и выклиниванием угольных пластов на повышениях палеорельефа доугленосного фундамента. Строение пластов сложное, залегание полого-волнистое.

Угли слабометаморфизованные, частично бурые (группы ЗБ), в основном длиннопламенные, в массе повышенозольные ( $A^d$  20%) и высокосернистые ( $S_t^d$  3,8%),  $V^{daf}$  в среднем 45%, теплота сгорания  $Q_s^{daf}$  28,46—36 МДж/кг. Прогнозные ресурсы углей оценены в 24,6 млрд т до глуб. 1200 м и 5,7 млрд т на глуб. 1200—1400 м.

Горно-геологические условия р-на сложные вследствие большой глуб. залегания углей и наличия в перекрывающих их отложениях мощных водоносных горизонтов, содержащих минерализованные воды.

#### Белгород-Обоянский угленосный район

Выделен на площади около 5000 км<sup>2</sup> на территории Курской и Белгородской областей между гг. Обоянь и Белгород. Угленосные отложения визейского яруса мощн. до 160 м вскрыты на глубине 300—540 м. В бобриковском горизонте содержатся три пласта бурого угля, два из которых (Верхний и Средний) имеют мощность до 2—2,5 м (в Среднем 1,1; 1,43 м). Строение пластов сложное, качество угля изменчивое:  $A^d$  6—56% (в сред. 20—40%),  $S_t^d$  1,2—5,2%,  $Q_s^{daf}$  25—31 МДж/кг. Запасы угля оцениваются в 485 млн т.

#### Кизеловский бассейн

Бассейн находится на территории Пермской обл., протягиваясь узкой полосой (5—20 км) вдоль зап. склона Урала от среднего течения р. Печоры на С до широты г. Свердловска на Ю.

Маломощная (50—250 м) угленосная формация раннекарбонного возраста ( $C_{IV}$ ) содержит до 20 линзовидных пластов и прослоев каменного угля. Два из них (№ 11 и 13) мощностью 0,6—1,5 м (макс. 2,5 м) в центральной части бассейна (Кизеловский р-н) имеют широкое площадное распространение, два (№ 5 и 9) достигают рабочего значения на локальных участках. К С от р. Яйвы (Вишерский р-н) промышленная угленосность отсутствует, к Ю от р. Чусовой (Чусовской р-н) известна на небольших м-ниях. Южнее ст. Кын угленосная формация постепенно замещается карбонатными отложениями. Состав и строение, характер угленосности и другие генетические особенности показывают, что угленосная формация бассейна, по-видимому, образовалась в платформенных условиях, аналогичных Подмосковному бассейну. В дальнейшем территория бассейна была захвачена Предуральским краевым прогибом, угленосная формация перекрыта мощным комплексом карбонатных отложений среднего визе, среднего и верхнего карбона и интенсивно дислоцирована с образованием линейных складок субмеридионального простирания с пологими зап. и крутыми вост. крыльями синклинальных структур, осложненными вторичной складчатостью и разрывами.

Основная тектоническая структура бассейна — меридионально вытянутая центральная антиклинальная зона. К 3 от нее развиты Главная Кизеловская антиклиналь, Косогорская, Кось-

винская и Усинская синклинали, к В — Коспашско-Полуденная, Шумихинская, Бруснянская и Гремячинская синклинали; размеры их 10—50 км по простиранию и 1,5—8 км по ширине. Глуб. залегания угленосных отложений в донных частях синклиналей 600—2000 м. Основные структуры с наиболее высокой угленосностью — Главная Кизеловская антиклиналь с крутым (50—70°) зап. и более пологим (20—40°) вост. крыльями, Коспашско-Полуденная, Усьвинская и Гремячинская синклинали.

Угли каменные, марки Г и частично Ж, крепкие матовые и полуматовые дюрены, высокозольные и повышенносернистые. Усредненные показатели качества:  $W_r$  5—6%,  $A^d$  28—33%,  $S_t^d$  6—6,5%,  $V^{daf}$  42 (марка Ж)—44 (марка Г) %,  $Q_s^{daf}$  (соответственно) 34,53 и 33,49 МДж/кг,  $Q_r^r$  21,82 и 19,6 МДж/кг. Используются частично для коксования, в основном — как энергетическое топливо на электростанциях, промышленных и коммунально-бытовых предприятиях.

Уголь в бассейне обнаружен в 1783 г., добыча начата в 1797 г. В результате многолетней интенсивной разработки запасы угля на наиболее благоприятных для освоения м-ниях и участках отработаны. Разработка м-ний ведется шахтами, глуб. их достигает 1000 м и более, в среднем 500 м от дневной поверхности.

Гидрогеологические и горнотехнические условия разработки очень сложные вследствие высокой водообильности вмещающих угленосную толщу карбонатных пород, проявления горных ударов, внезапных выбросов угля и пород. Добыча угля за последние 30 лет снизилась более чем втрое и в 1987 г. составила 3,3 млн т. Разведанные запасы углей бассейна: 387 млн т, предварительно оцененные 66 млн т. Перспективы дальнейшего развития бассейна крайне ограничены. Неосвоенные м-ния и участки характеризуются слабой угленасыщенностью или сложными горно-геологическими условиями (вследствие глубокого залегания).

#### Щугор-Вуктыльский угленосный район

Для района характерны аналогичные с Кизеловским бассейном геолого-генетические особенности угленосной формации — платформенный характер ее образования и последующие преобразования условий залегания и качества угля процессами эпиплатформенного орогенеза.

Район выделен в сев. части полосы развития нижнекарбонных угленосных отложений между рр. Щугор и Илыч (правых притоков г. Печоры) на простирании около 200 км. Угленосная формация ранневизейского возраста обнажена на выходах крыльев крупных линейных структур, осложненных брахискладчатостью второго порядка и разрывами. Мощность угленосной

формации от десятков до 400 м и более (в среднем 200 м). В сев. направлении она замещается карбонатными образованиями, в южном — мощность и угленасыщенность ее резко снижаются.

В районе разведано Еджид-Кыртинское м-ние, которое в 1932—1957 гг. разрабатывалось для нужд речного флота. Вскрыто семь пластов угля, из них два (Основной и Верхний) имеют рабочее значение; мощность их от 0,4 до 3,8 м, строение сложное и невыдержанное. Угленосная толща слагает узкую брахиантиклиналь с пологим восточным и крутым (местами опрокинутым) крыльями. Угли марки Г. Зольность их  $A^d$  в среднем 20,5%, содержание серы  $S_t^d$  3%,  $V^{daf}$  42%,  $Q_s^{daf}$  33,5 МДж/кг. Запасы м-ния оценены в 2 млн т. На остальной площади района проведен небольшой объем поисковых работ.

#### Южноуральский бассейн

Бассейн находится на территории Башкирии и Оренбургской обл., от широты г. Толбазы на С до р. Сакмары на Ю. Уголь обнаружен в 1900 г., детальное изучение проведено в 1942—1951 гг., промышленное освоение начато в 1950 г.

На площади бассейна (около 24 тыс. км<sup>2</sup>) выявлены многочисленные месторождения и проявления бурого угля, связанные с образованием в палеозойском фундаменте разобщенных впадин, мульд и воронок галогенного и карстового происхождения. Размеры этих отрицательных форм палеозойского рельефа изменяются в пределах 0,1—20 км<sup>2</sup>, форма их округлая или вытянутая на 10—15 км (при ширине 2—4 км, глуб. от 40 до 500 м). Как правило, они развиты вблизи или в центральных частях диапиров, штоков и других форм соленосных пород кунгура, выходящих под четвертичные образования в зонах разломов вышележащих красноцветных отложений верхней перми и нижнего триаса, выполняющих юж. часть Предуральского краевого прогиба.

Основные м-ния бассейна сосредоточены в его южной части — на площади Сакмаро-Бельского водораздела. Угленосная формация мощностью до 200 м подстилается маломощными осадками триаса, юры, мела. Она расчленяется на три свиты, сложенные глинами, песками, углистыми породами и переходными разностями. В нижней и верхней свитах спорадически содержатся по одной, в средней свите повсеместно основные (II и III) линзовидные залежи бурого угля. Макс. мощность залежей достигает на отдельных м-ниях за счет их слияния 100—140 м, обычно колеблется в пределах 10—40 м; к периферическим частям мульд они обычно расщепляются и выклиниваются. Залегание почти горизонтальное, слабоволнистое, у бортов мульд и внутренних диапиров солей — наклонное (углы падения

ОСНОВНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЮЖНОУРАЛЬСКОГО БАСЕЙНА

Месторождение	Площадь месторождения, км <sup>2</sup>	Мощность угленосной формации, м	Число угольных залежей	Основные залежи			Разведанные запасы угля, млн т	Добыча, тыс. т	
				Индекс	Мощность, м*	Площадь распространения, км <sup>2</sup>			Глубина залегания, м
Башкирская АССР									
Бабаевское	10	200	1	—	20—125 43	7,0	20—50 (на СЗ 85—105)	19,3	1815
Маячное	8	180	2	Основная	4—42 20	6,0	3—92	37,5	296
Южно-Кургзинское	15	300	4	IV III II	1—14 1—26 1—97	2,0 2,0 8,0	15—150 10—205 5—200	138	—
Оренбургская область									
Тюльганское	20	260	2	Верхняя Нижняя	1,1—89 21 1—16 6	7,8 3,4	3—150 25—196	204,5	1366
Репьевское (Восточный участок)	4	120	1	—	1—51 19	2,7	12—160	71	—
Хабаровское	11	210	2	III II	1—14 5 1—100	4,0 9,4	27—300 До 380	334	—

\* В числителе — пределы колебаний, в знаменателе — средняя.

30—50°). Мощность покровных верхнеиоценовых, плиоценовых отложений обычно единицы—первые десятки метров, на некоторых м-ниях сотни (до 500) метров. Угли бурые, слабоуглефицированные, технологической группы 1Б. Основные показатели их качества:  $W^p$  56%,  $A^d$  15%,  $S_t^d$  1,7%,  $Q_s^{daf}$  29,7,  $Q_f^r$  9,08 МДж/кг. Содержание смол  $T_{SK}^{daf}$  в угле около 10%. Добываемые угли используются для пылевидного сжигания на ТЭЦ и после брикетирования — прочими потребителями энергетического топлива.

Разрабатываются Бабаевское, Тюльганское и Маячное м-ния. Отработка угля ведется разрезами. В 1988 г. добыто 3,5 млн т.

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия разработки м-ний бассейна сложные, вскрытие и отработки угля осуществляются после предварительного осушения, отмечаются оползневые явления.

Разведанные запасы угля бассейна 1053 млн. т, предварительно оцененные 0,95 млн т. Характеристика основных разрабатываемых и подготовленных для промышленного освоения м-ний приведена в табл. 43. Все они находятся в юж. части бассейна. Выявленные в северной его части (к С от г. Мелеуза) мелкие месторождения с запасами угля, не превышающими 1—3 млн т. каждое, промышленного значения не имеют.

#### БАСЕЙНЫ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА УРАЛА

На вост. склоне Урала проявилось несколько этапов углеобразования. В раннем карбоне (турне — нижний визе) сформировались м-ния геосинклинального типа (см. табл. 8,9) Егоршино-Каменского, Полтаво-Брединского, Домбаровского и др. р-нов, в позднем триасе—ранней юре — Челябинский бассейн, м-ния Буланаш-Елкинского и зап. части Серовского угленосных р-нов, в средней юре — Орского и вост. части Серовского угленосных р-нов, в поздней юре — раннем меле — Сосьвинско-Салехардский бассейн.

Угленосные формации сохранились в узких линейно вытянутых вдоль простираения основных уральских структур грабенах и эрозионно-тектонических впадинах различных размеров. Ограниченные с обоих бортов или с одной стороны крупными разломами и надвигами грабены и впадины с разновозрастными угленосными формациями образуют прерывистые, иногда кулисообразно расположенные, зоны (полосы). Запасы углей Челябинского бассейна, Буланашского, Серовского р-нов, находящиеся в промышленных частях Среднего и Юж. Урала, в результате интенсивной многолетней их эксплуатации в значительной мере отработаны, объем добычи в них резко сократился. Проводившаяся в конце прошлого и в 1-й половине текущего

столетий разработка мелких м-ний каменного угля и антрацитов нижнекарбонových м-ний прекращена из-за сложных горно-геологических условий и нерентабельности. Ограничены перспективы для промышленного освоения Мамытского бурогоугольного м-ния в Орском угл. р-не и Сосьвинско-Салехардском бурогоугольном бассейне.

#### Нижнекарбонные месторождения

Угленосные отложения нижнего карбона протягиваются узкими (шириной **0,5—2,5** км (единичных до **25** км) прерывистыми полосами вдоль восточного склона Среднего и Южного Урала более чем на **1000** км — от р. Тагил на С до хр. Мугоджары на Ю. В связи с выгодным географическим положением многие месторождения с середины прошлого и до середины настоящего столетия являлись объектами интенсивного геологического изучения.

Угленосные отложения выполняют грабены в метаморфизованных осадочных и эффузивно-вулканогенных породах верхнего силура и девона. На С (Махневское м-ние) они перекрыты осадками среднего карбона и мезо-кайнозойским покровом мощностью до **90** м, в остальных частях — маломощными четвертичными образованиями, редко останцами мезо-кайнозоя. Возраст угленосной формации мигрирует от турнейского на Ю (Берчогурское м-ние и Полтаво-Брединская полоса) до ранне-визейского на С (Егоршино-Каменная полоса). Мощность формации изменяется в пределах **170—1500** м (табл. 44). В ее разрезе содержится от единиц до нескольких десятков невыдержанных угольных пластов и прослоев. Средняя мощность рабочих пластов **1—2** м с изменениями от нескольких сантиметров до **10—12** м за счет локальных тектонических пережимов и раздувов, а также генетической расслоенности углистыми породами. Строение пластов преимущественно простое, реже относительно сложное. По простирацию зоны повышенной угленасыщенности чередуются со слабо угленосными или вообще безугольными площадями, что обуславливает выделение в единой полосе распространения угленосной формации обособленных месторождений. Тектоника месторождений очень сложная. В их границах угленосные отложения интенсивно дислоцированы в линейные складки, пораженные многочисленными разрывами, создающими блочные и чешуйчатые структуры; на ряде м-ний сохранились лишь вост. менее нарушенные крылья синклиналей. Углы падения пород изменяются от **30** до **90°**, местами залегание складок опрокинутое. Широко развиты послойные смещения пород по углям и аргиллитам.

Угли витреновые и дюрено-клареновые, на многих месторождениях развальцованы и представлены штыбом, спрессованным

ТАБЛИЦА 44  
НИЖНЕКАРБОННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА УРАЛА

Угленосные полосы	Месторождения	Максимальная мощность, м		Число пластов		V <sub>daf</sub> , %	Марка угля
		угленосной формации	продуктивной свиты	общее	рабочих		
Махневская	Махневское	1300	790	32	27	5—10	А, Т
	Еловское	1000	500	40	18	8—22	
Алапаевская	Алапаевское	750	120	5	3	13	Т, Ж
	Подосининское	Не уст.	140	7	4	24—27	
Главная Егоршино-Каменная	Егоршинское	1200	500	15	10	6—13	А, »
	Черемшанское	1000	450	8	2	9—11	
	Ирбито-Вершинское	1000	490	17	10	7—8	
	Сухоложское	170	150	8	4	12—13	
	Полдневское	700	400	18	13	23—27	
Каменское	650	450	16	4	26—33	Г	
Полтаво-Брединская	Бородинское	1200	700	22	7	4—6	А
	Полтавское	1050	500	37	22		
	Брединское	1000	550	40	19		
Домбаровская	Домбаровское	1500	800	50	15	2—9	А
Берчогурская	Берчогурское	1000	1000	20	5	29	Г

и цементированным солями кремния и железа. Зольность угля изменяется от **4** до **40%** и более (в среднем **20—28%**), содержание серы в среднем **0,5%**. Теплота сгорания  $Q_{s,daf}$  **33—35**,  $Q_{it}$  **18—23** МДж/кг. Марочный состав углей изменчив — от газовых до антрацитов. Запасы угля на большей части месторождений изменяются в пределах **0,1—3,0** млн т, Махневского — оцениваются в **213** млн т, Берчогурского — в **10** млн т. По экономическим показателям отнесены к забалансовым.

#### Челябинский бассейн

Челябинский бассейн — одна из основных топливных баз Урала. Формирование его связано с развитием крупного грабена в палеозойских породах. Грабен протягивается в субмеридиональном направлении на **170** км вдоль ж.-д. линии Челябинск—Троицк от р. Теча на С до р. Уй на Ю. Ширина его

на С около 15 км, на Ю — 250 м. Грабен имеет ступенчатый глыбовый характер фундамента, глубина которого в наиболее погруженной сев. части у зап. борта составляет 3500—4000 м, у вост. 500 м. В нижней части грабен выполнен мощным (1500—3500 м) комплексом эффузивно-осадочных отложений нижнего триаса (туринская серия осадков). Вышезалегающая угленосная формация (челябинская серия) подразделена на пять свит: нижняя из них — еманжелинская (Т<sub>1</sub>) — углей не содержит, в вышележащих калачевской, коркинской, копейской (Т<sub>2</sub>) и сугоякской (J.) верхние горизонты в различной степени угленосны. Тактоника бассейна сложная. Вдоль длинной оси грабена проходит Центральное антиклинальное поднятие. В Зап. и Вост. синклиналичных структурах развиты вторичные изометричные брахисинклиналичные структуры с крутыми (30—40°) примыкающими к Центральному поднятию и пологими (5—20°) у бортов грабена крыльями. Широко распространены различно ориентированные системы надвигов, сбросов и сбросо-сдвигов, создающих мелкоблоковые структуры залегания угленосных отложений.

Макс. угленасыщенность приурочена к крыльям Центрального антиклинального поднятия, а также к крыльям поперечных антиклинальных перегибов, разобщающих брахисинклиналичные структуры. Для бассейна характерно чередование в меридиональном направлении площадей с макс. угленасыщенностью (Сугоякская, Копейская, Козыревская, Камышинская, Коркинская, Еманжелинская, Куллярская, Кичигинская) со слабоугленосными площадями. Эти площади, имеющие простирание около 15 км каждая, выделены в одноименные геолого-промышленные районы. В сев. части бассейна (Козыревский, Копейский, Камышинский р-ны) основная свита — копейская, в которой содержится до 40 рабочих пластов мощностью 0,8—4 м, равномерно рассеянных по разрезу ее верхней части. В Сугоякском и Копейском р-нах на ограниченных участках в сугоякской свите вскрыты пласты угля мощностью 25—40 м, быстро распадающиеся и выклинивающиеся (см. рис. 15).

В Коркинском, Еманжелинском, Кичигинском р-нах на поверхность выходят мощные угольные залежи коркинской свиты: уникальная Коркинская (200 м), Батуриная (40 м), Еманжелинская (90 м), Куллярская (70 м), Красносельская (60 м), которые разрабатывались крупными разрезами. По падению эти залежи также быстро распадаются на обособленные пласты, которые разрабатываются подземным способом. В самом юж. (Тогузакском) р-не бассейна промышленная угленосность отсутствует.

Угли бурые, группы ЗБ. Усредненные показатели качества добываемого угля:  $W^r$  17%,  $A^d$  40%,  $S_t^d$  1,2%,  $V^{daf}$  44%,  $Q_s^{daf}$  27,96,  $Q_i^r$  14,15 МДж/кг. При обогащении зольность сни-

жается до 26—35%,  $Q_i^r$  повышается до 17,58 МДж/кг. Угли используются как энергетическое и газогенераторное топливо.

Наличие угля в бассейне установлено в 40-х годах XIX в. Добыча угля начата в 1906 г. В 1917 г. добыто 32 тыс. т. В настоящее время разработка м-ний ведется подземным и открытым способами. В результате интенсивной эксплуатации верхние горизонты основных м-ний отработаны, глуб. разработки на шахтах достигла 300—535 м, на разрезах 115 м (на Коркинском м-нии — 435 м). Добыча угля за последние 30 лет снизилась вдвое, в 1987 г. составила 9,5 млн т, в том числе около 35% открытым способом. Бассейн характеризуется высокой степенью разведанности до глуб. 600—900 м, пробурен ряд скважин до 1000—1200 м. Разведанные запасы угля 657 млн т, предварительно оцененные 36 млн т, для открытого способа добычи — 51,5 млн т.

#### Буланаш-Елкинский район

Район объединяет м-ния каменного угля, приуроченные к раннемезозойским отложениям, выполняющим тектоническую впадину (односторонний грабен) в палеозойском фундаменте. Эта впадина протягивается на 100 км в меридиональном направлении вдоль ж.-д. линии Егоршино — Богданович. Ширина ее на С — 3,5 км, на Ю уменьшается до нескольких сотен метров.

Продуктивный комплекс пород поздне триасового возраста залегает на вулканогенно-осадочных породах среднего триаса и подразделяется на три свиты (снизу вверх): елкинскую, буланашскую и бобровскую — суммарной мощностью до 1000 м. Основной структурный элемент — асимметричная синклиналь с пологим (10—30°) зап. и крутым (до 80°) вост. крыльями, последнее местами срезано надвигом палеозойских пород. Ось синклинали наклонена с Ю на С, в этом направлении возрастает мощность продуктивного комплекса пород и слагающих его свит.

В результате ундуляции оси синклинали верхние, наиболее угленасыщенные горизонты разобщены слабоугленосными или безугленосными участками, что определило выделение трех самостоятельных угленосных площадей — Буланашской, Дальнебуланашской и Елкинской, названных месторождениями. В наиболее сохранившемся от денудации разрезе угленосной толщи на Буланашском м-нии содержится до 17 рабочих пластов мощностью 0,7—6 м (преобладающая 1—1,7 м). Мощность и строение пластов крайне невыдержанные, по простиранию и падению они подвержены расщеплению, генетическому выклиниванию, внутрiformационным размывам. Залегание пластов осложнено мелкой складчатостью и многочисленными разрывными нарушениями. М-ние осваивается с 1941 г. шахта-

ми. Добыча угля 534 тыс. т/год. Угли газовые, используются как энергетическое топливо.  $W^r$  9%,  $A^d$  25%,  $S_i^d$  0,9%,  $V^{daf}$  40%,  $Q_s^{daf}$  32,23,  $Q_i^r$  20,8 МДж/кг. Разведанные запасы 20,3 млн т, предварительно оцененные 16,5 млн т.

Дальнебулашское м-ние характеризуется аналогичной угленосностью, но более сложной тектоникой и ограниченными запасами угля—около 40 млн т (совместно с сев. участком Елkinsкого м-ния). Угли марки Г аналогичного буланашским углям качества. В юж. части Елkinsкого м-ния выявлены единичные тонкие пласты с углями марки Д, не имеющие промышленного значения.

#### СеробСкий район

Район объединяет ряд обособленных м-ний вблизи г. Серова Свердловской обл. — Богословское, Веселовское и Волчанское. Угленосные триас-юрские отложения выполнены унаследованные грабен-впадины на складчатом палеозойском фундаменте. Размеры впадин 30—50 км<sup>2</sup> при длине до 30 км и ширине 1—1,5 км. Вост. борта впадин обычно тектонические по крупным разломам, по которым палеозойские породы надвинуты на угленосные. Промышленная угленосность развита в краевых южных (Волчанское, Веселовское) или северных (Богословское) частях впадин, где продуктивные отложения мезозоя слагают пологие асимметричные брахисинклинали с пологими (15—20°) зап. и крутыми (до 80°) вост. крыльями.

Угленосность представлена одной — тремя залежами бурого угля, компактными вблизи выходов на зап. крыльях и расслаивающимися по падению. Мощность их на выходах 10—30 м, на глуб. 100 м (Богословское) — 180 м (Волчанское), но коэф. угленосности снижается соответственно от 90% ДО О за счет расщепления залежей и выклинивания угля.

Угли бурые, группы ЗБ. Усредненные показатели качества:  $W^r$  22%,  $A^d$  37-40%,  $S_i^d$  0,3%,  $Q_s^{daf}$  25,1,  $Q_i^r$  10,6—11 МДж/кг.

Угли в р-не выявлены в середине XIX в., геологоразведочные работы осуществлены в 1939—1945 гг. Разработка углей основных м-ний р-на — Богословского с 1911 г., Волчанского с 1941 г. — ведется открытым способом. Веселовское м-ние с начальными запасами 20 млн т отработано. В настоящее время двумя разрезами завершается отработка углей Богословского и Волчанского м-ний. Добыча угля 2,8 млн т/год.

Из начальных запасов угля — 255 млн т на Богословском и 145 млн т на Волчанском м-ниях — остаток неотработанных запасов угля составляет соответственно 4,1 и 4,3 млн т.

В Серовский угленосный р-н включается также полоса развита среднеюрских угленосных формаций, выявленных в мел-

ких тектонических впадинах (Атюсской, Чаповской, Лангурской) вдоль ж.-д. Серов — Ивдель. Детально разведано Атюсское м-ние вблизи ж.-д. ст. Марсята. В маломощной (до 150 м) среднеюрской угленосной толще, выполняющей пологую мульду с углами 5—15° на крыльях (до 40° на зап. крыле в южной части м-ния), содержится линза бурого угля с макс. мощностью 15 м в сев. части м-ния. По падению она расщепляется на обособленные пласты с постепенным их выклиниванием. Угли бурые, технологической группы 2Б.  $W^r$  36%,  $A^d$  26%,  $Q_i^r$  9—10 МДж/кг. Разведанные запасы угля (8 млн т) частично могут быть отработаны открытым способом — глубина залегания от 8 до 70 м.

#### Орский район

Район находится на территории Башкирии, Оренбургской обл. и Актыбинской обл. Казахстана. Он объединяет м-ния угленосных отложений, протягивающейся в меридиональном направлении на 260 км между горными массивами Уралтау и Мугоджары. В р-не разведано Мамытское (Восточно-Уральское) м-ние; на других — Сакмарском, Казак-Чианском, Александровском, Гаевском — по данным поисковых работ угленосность не имеет промышленного значения.

Мамытское м-ние находится в 80 км к Ю от г. Орска. В орской серии осадков среднеюрского возраста мощностью до 300 м в нижних свитах — хайбулинской и мамытской — содержится 29 линзовидных пластов и пропластков бурого угля, из которых девять пластов достигают рабочей мощности. Макс. мощность основных пластов (II, VI, VII и VIII) 5—10 м, в среднем 1,5—3 м.

Площади распространения пластов имеют сложную рукавообразную конфигурацию, повторяющую извилистые русла речных стариц (остаточных болот), в которых происходило углеобразование. Угленосные отложения слагают пологую мульдообразную складку ССЗ простирающая обигей площадью около 50 км<sup>2</sup>. Залегание пород почти горизонтальное, пологоволнистое, у бортов депрессии до 40—50°. В центральной части м-ния прослеживается флексуобразный изгиб. Глуб. залегания верхнего (VIII) пласта 10—100 м, нижнего (I) 80—170 м. Угли бурые группы 1Б.  $W^r$  35—50%,  $A^d$  20%,  $S_i^d$  0,9%,  $Q_s^{daf}$  25,79,  $Q_i^r$  8,37—11,72 МДж/кг. Гидрогеологические условия сложные, для освоения м-ния необходимо его предварительное осушение, затрудненное низкой фильтрационной способностью пород. Разведанные запасы угля (в пластах мощностью более 0,7 м) 586 млн т, предварительно оцененные 700 млн т.

### Сосьвинско-Салехардский бассейн

Бассейн находится в зап. части Тюменской обл. Угленосные мезозойские отложения протягиваются узкой (20—30 км) полосой вдоль вост. склона Полярного Урала на простирании около 800 км от верховьев р. Пелым до Байдарацкой губы Карского моря. Угли известны с 1883 г. Геол. исследования проводятся с конца XIX в. по настоящее время. Территория бассейна условно подразделена на три угл. р-на (с С на Ю): Щучьинско-Байдарацкий, Салехардо-Хулгинский и Северо-Сосьвинский.

Мезозойские отложения (от Т<sub>2</sub> до К, включительно) выполняют обособленные депрессии и грабепообразные впадины в складчатом палеозое и постепенно погружаются на В под кайнозойские отложения Западно-Сибирской низменности.

Бассейн изучен слабо. Наиболее исследован южный Северо-Сосьвинский угленосный р-н, где на отдельных участках (названных «месторождениями») в ограниченном объеме проведены поисковые работы. Контуры опоскованных «месторождений» в большинстве случаев остались открытыми. В нижних горизонтах вскрытого скважинами мезозоя выделены маломощные (40—150 м) угленосные и безугольные свиты, объединенные в обскую серию осадков. В юж. части Северо-Сосьвинского угл. р-на обская серия мощностью до 270 м отнесена к среднему и верхнему отделам юры (J<sub>2bt</sub>—J<sub>3ox</sub>) и подразделена на яныманьинскую, тольинскую и оторьинскую свиты. В сев. части этого р-на и в Салехардо-Хулгинском угленосном р-не в обскую серию дополнительно включены угленосные свиты: ятринская (Т<sub>3</sub>) и охтлямс (J<sub>1-2</sub>). В Щучьинско-Байдарацком угленосном р-не вскрытые единичными скважинами угленосные отложения обской серии отнесены к нижнему и среднему отделам юры.

Угленосность триас—юрских отложений в целом низкая и невыдержанная. Мощности единичных пластов—Главного в оторьинской свите на Ю, Мощного в ятринской свите—в центральной части бассейна достигают на локальных участках 10—20 (до 45) м; по восстанию к прибортовым зап. склонам впадин и по простиранию пласты быстро выклиниваются, по падению расщепляются с постепенным выклиниванием на глуб. Другие пласты имеют линзовидную форму и достигают мощности 1,5—2 м на разобщенных площадях.

В перекрывающих юру нижнемеловых отложениях на Ю бассейна в северо-сосьвинской свите (баррем—апт) вскрыты нерабочие прослои угля; на Надояхинской угл. пл. в Щучьинско-Байдарацком р-не—три пласта мощностью по единичным замерам 32,3; 1,8 и 2,5 м.

ТАБЛИЦА 45  
УГЛЕНОСНОСТЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СОСЬВИНСКО-САЛЕХАРДСКОГО БАСЕЙНА

Месторождение	Размеры опоскованных площадей		Максимальное число пластов мощностью более, м		Мощность пласта Главного, м		Ученные запасы, млн. т	
	общая, км <sup>2</sup>	по простиранию, км	0,7	1,3	средняя	максимальная	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
Обское	250	35	До 4	1—3	2,0	9,0	—	—
Люльинское	250	35	До 18	3—13	10—20	45,0	—	—
Тольинское	50	26	До 9	1—3	3,7	8,3	144,8	318,1
Оторьинское	150	50	До 11	1—3	4,5	10,8	252,4	475,6
Лопсинское	30	15	До 3	1—4	3,7	9,7	51,0	—
Няьское	80	25	До 8	1—6	1,6	2,3	9,2	2,4
Усть-Маньинское	30	6	1	1	1,5	2,4	—	18,4

Залегание мезозойских отложений пологое, моноклиналиное, реже синклиналиное, углы падения обычно 3—10°, на некоторых месторождениях установлены сбросы.

Угли бурые, технологических групп 2Б, 3Б.  $W^r$  29—35%,  $A^d$  14—32% (пл. Главного 15—17%),  $S_t^d$  0,3%,  $Q_s^{daf}$  25,03—26,58,  $Q_i^r$  11,72—13,39 МДж/кг.

Государственным балансом учтены запасы угля, подсчитанные только на месторождениях Северо-Сосьвинского угленосного района (табл. 45) в количестве (млн т): 457,4 категории C<sub>1</sub> и 814,8 категории C<sub>2</sub>. В других р-нах произведена оценка прогнозных ресурсов.

### МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРУЗИИ

В Грузии разрабатываются: Ткибули-Шаорское (с 1848 г.), Ткварчельское (с 1935 г.) и Ахалцихское (с 1946 г.) м-ния. Разработка осуществлялась открытым и подземным способами, с 80-х годов текущего столетия—только подземным способом при вскрытии запасов угля штольнями.

Ткибули-Шаорское м-ние находится в Ткибульском р-не на склонах Накеральского хр. и в долине р. Шаори. В угленосной толще среднеюрского возраста мощностью до 400 м содержится мощная залежь (пл. Толстый), представленная чередующимися углями, липтобиолитами и углистыми сланцами, суммарной средней мощностью 20—40 м при колебаниях от 1 до 70 м; содержание угольной массы 20—80%. Местами развиты внутриформационные размыты. Угленосные отложения слагают пологую широкую синклиналь, углы падения пород на крыльях 30—50°, в донной части—10—15° в сторону погруже-

ния оси складки в сев.-вост. направлении. Местами развиты крупные сбросы с амплитудой 450—700 м, залегание пластов осложнено многочисленными малоамплитудными нарушениями.

Разрабатывается подземным способом. У подножья Накеральского хребта вскрыто штольнями. Подготовлена к разработке центральная часть м-ния (за Махареульским сбросом). Угольная залежь расчленена на четыре обособленных пласта, из них два верхних (IV и III) распространены повсеместно, два нижних (II и I) — на локальных участках. Залегание полого-волнистое, блочное.

Угли каменные, марок Г (частично Д), представлены гумитами и липтобиолитами. Усредненные показатели качества рядовых углей:  $W^r$  15%,  $A^d$  30%,  $S_i^d$  2%,  $V^{daf}$  40%,  $Q_s^{daf}$  29—31,  $Q_i^r$  16—18 МДж/кг. Обогаемость углей очень трудная. Концентрат обогащения используется для коксования, рядовой уголь, промпродукт и шлак применяют как энергетическое топливо. По метану шахты сверхкатегорийные. Добыча угля 970 тыс. т. Разведанные запасы 382 млн т, предварительно оцененные 47 млн т.

Ткварчельское м-ние находится в Абхазии в горном р-не с абс. отметками 500—2000 м, расчлененном глубоко-коврезованными речными долинами, разобшившимися м-ние на 6 обособленных площадей. Площади I, II, III в основном отработаны. Основные запасы сосредоточены в IV площади, вскрытой наклонной восстающей штольней.

В угленосной толще среднеюрского возраста мощностью 170—200 м содержится до девяти пластов угля сложного строения, из них на отдельных площадях распространены 2—5 пластов мощностью 0,6—8 м. Мощность и строение пластов изменчивы, на коротких расстояниях происходят их расщепление и слияние. Залегание изменяется от пологого до крутого, оно осложнено разрывными нарушениями.

Угли каменные, марки Ж. Усредненные показатели качества рядовых углей:  $W^r$  12%,  $A^d$  39,5%,  $S_i^d$  1,5%,  $V^{daf}$  33%,  $Q_s^{daf}$  33,49,  $Q_i^r$  16,74 МДж/кг. Концентрат обогащения используется для коксования, рядовые угли, промпродукт и шлак применяют как энергетическое топливо. При подходе горных выработок к зонам дробления и четвертичным отложениям наблюдается резкое увеличение водопритоков. По метану шахты сверхкатегорийные. Развиты оползни. Добыча угля 370 тыс. т/год. Разведанные запасы угля 19,8 млн т, предварительно оцененные 0,6 млн т.

Ахалцихское м-ние находится в Ахалцихском и Адигейском р-нах в высокогорной зоне с абс. отметками 1000—1600 м. Разрабатывалось до 1987 г. Добыча прекращена из-за нерентабельности.

Промышленная угленосность связана с олигоценowymi отложениями, развитыми в центральной части Ахалцихской впадины, осложненной вторичной складчатостью и разрывными нарушениями. В продуктивной толще мощностью 35—150 м, распространенной в Царбастумани-Валейской синклинали, содержится два пласта угля. Основной (наиболее выдержанный) пл. Верхний мощностью 4—15 м (полезная мощность 0,7—5 м) характеризуется сложным многопачечным строением. Углы падения пород 10—15°, развиты крупные (с амплитудами до 800 м) и мелкие разрывные нарушения. Угли бурые, технол. группы ЗБ.  $W^r$  23%,  $A^d$  40%,  $S_i^d$  1,5%,  $Q_s^{daf}$  27,63.  $Q_i^r$  11,47 МДж/кг. Горнотехнические условия сложные из-за большой глубины залегания (200—500 м) угольных пластов, пучения вмещающих уголь глинистых пород, наличия метана.

Добыча угля в 1987 г. 14 тыс. т. Разведанные запасы месторождения 71,3 млн т, предварительно оцененные 4,4 млн т.

#### БАСЕЙНЫ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАХАСТАНА

На территории Казахстана известно 7 угольных бассейнов и около 400 обособленных м-ний и углепроявлений. Основные разведанные запасы угля сосредоточены в разрабатываемых Карагандинском, Экибастузском каменноугольных и вовлекаемых в промышленное освоение Майкюбенском и Тургайском бурогоугольных бассейнах. В Центральном Казахстане разрабатываются также обособленные Куучекинское, Борлинское и Щубарколвское каменноугольные м-ния, в Южном — добыча велась на Ленгерском бурогоугольном месторождении. В Прибалхашской котловине в последние годы выявлено Нижне-Илийское м-ние с крупными запасами бурого угля. Производившаяся в 40—50-х годах текущего столетия разработка мелких месторождений Урало-Каспийского бурогоугольного бассейна (Западный Казахстан) прекращена в связи с низким качеством угля. Тениз-Коржункульский бассейн с ограниченными запасами каменных высокозольных и труднообогащаемых углей и Жиланшикский бассейн с бурыми углями низкого качества к освоению в ближайшей перспективе не намечаются.

#### Карагандинский бассейн

Бассейн приурочен к крупному вытянутому на 120 км в широтном направлении прогибу, ограниченному на Ю Жалаирской зоной надвигов, на З — крупным Тентекским разломом, на С и В — эрозионным срезом продуктивных отложений. Ширина бассейна на З до 55 км, а центральной части — до 30 км, в вост. — до 20 км.

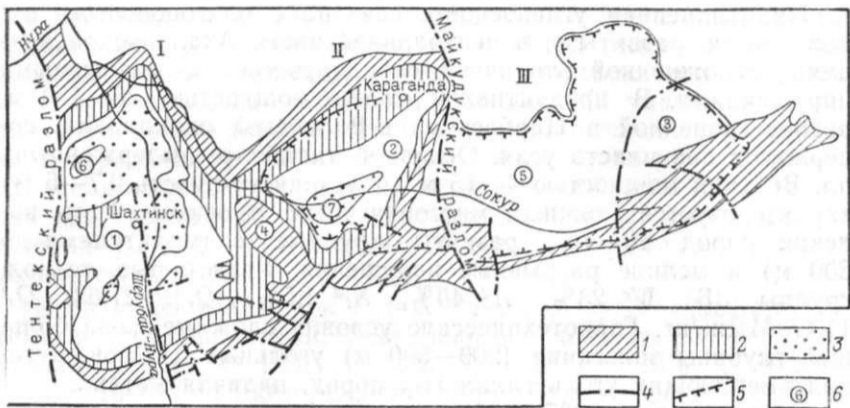


Рис. 22. Карагандинский бассейн:

Геолого-промышленные районы: I — Шерубай-Нурийский; II — Карагандинский; III — Сокурский. Свиты: 1 — ашлярикская; 2 — карагандинская; 3 — долинская и тентекская; 4 — разрывные нарушения; 5 — границы распространения юрских угленосных отложений; 6 — основные структурные элементы (цифры в кружках) — синклинали: 1 — Шерубай-Нурийская; 2 — Карагандинская; 3 — Верхне-Сокурская; поднятия: 4 — Алабасское; 5 — Майкудукское; мульды: 6 — Тентекская; 7 — Долинская

Угли обнаружены в 1833 г., в 1854 г. начата кустарная их отработка, планомерное изучение бассейна в 1930 г.

Бассейн — крупный синклинирий асимметричного строения с пологим ( $10-20^\circ$ ) северным (см. рис. 19,6) и крутым (у Жалаирской зоны) интенсивно нарушенным южным крыльями. Крупными субмеридиональными поперечными Алабасским и Майкудукским поднятиями синклинирий разделен на три синклиналильные структуры (с 3 на В): Шерубайнурийскую ( $1500 \text{ км}^2$ ), Карагандинскую ( $900 \text{ км}^2$ ) и Верхнесокурскую ( $900 \text{ км}^2$ ), осложненные вторичными брахискладками и разрывными нарушениями (рис. 22). Интенсивность разрывной тектоники возрастает в юж. направлении и вблизи ограничивающих синклиналильные структуры зон разломов и поперечных поднятий. Глубина залегания пород фундамента нарастает с С на Ю до 2700 м в Верхнесокурской и 4500 м в Шерубайнурийской синклиналиях. Угленакопление в карбоне проявилось в два этапа — визейско-намюрский (ашлярикская и карагандинская свиты) и средне-позднекарбонный (долинская и тентекская свиты), разделенные временем образования практически безугольной надкарагандинской свиты ( $C_{1п}-C_2$ ) мощностью до 650 м. Наиболее полный разрез угленосных отложений карбона представлен в Тентекской мульде Шерубайнурийской синклинали, где на площади около  $60 \text{ км}^2$  от денудации сохранилась тентекская свита, отсутствующая на остальной площади бассейна. Долинская свита распространена в Тентекской мульде и некоторых других, более мелких обособленных брахисинклиналиях, ослож-

няющих Шерубайнурийскую и Карагандинскую синклинали; общая площадь ее распространения — около  $300 \text{ км}^2$ .

Отложения карагандинской свиты на площади около  $1350 \text{ км}^2$  распространены в пределах Шерубайнурийской и Карагандинской синклиналией. В Верхнесокурской синклинали от денудации сохранились только низы ашлярикской свиты.

В полном разрезе угленосных отложений каменноугольного возраста (от  $C_{1v}$  до  $C_3$ ) суммарной мощностью до 4000 м содержится до 80 угольных пластов и прослоев, из них до 30 рабочей мощности. Максимальной угленасыщенностью характеризуются средние горизонты карагандинской и долинской свит, содержащие наиболее мощные пласты угля. Угольные пласты имеют преимущественно сложное и очень сложное строение; относительно простым и умеренно сложным строением характеризуются только некоторые пласты долинской свиты. По общей мощности тонкие пласты (0,5—1,3 м) почти равны пластам средней мощности (1,3—3,5 м), но по мощности компактных частей пластов, принимаемых к отработке, и соответственно подсчету запасов преобладают тонкие (табл. 46). Мощности более 3,5 м достигают три пласта:  $K_{10}$  и  $K_{12}$  карагандинской и  $D_1$  — долинской свит.

Нижнекарбонные угли относятся к кларено-дюренам, средне-верхнекарбонные к дюрено-кларенам (см. табл. 5). Угли пластов ашлярикской и низов карагандинской ( $K_1-K_6$ ) свит высокозольные и труднообогащаемые марок К и ОС; используются как энергетическое топливо. Концентрат обогащения среднеобогащаемых углей верхних пластов карагандинской свиты ( $K_7-K_{18}$ ), представленных в основном марками К и ОС (частично  $K_{10}$ , КЖ), используется для коксования, рядовые труднообогащаемые угли, промпродукт обогащения, шламы, отсеивы применяются для энергетических целей. Угли пластов долинской и низов тентекской свит относятся к маркам Ж, КЖ и К (частич-

ТАБЛИЦА 46  
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА  
ПО МОЩНОСТИ

Свита	Общее число пластов мощностью более 0,5 м	Из них с мощностью, м					
		общей			подсчетной		
		0,5—1,3	1,3—3,5	Более 3,5	0,5—1,3	1,3—3,5	Более 3,5
Тентекская	14	3	11	—	14	—	—
Долинская	11	9	1	1	10	—	1
Карагандинская	21	7	12	2	11	9	1
Ашлярикская	19	14	5	—	17	2	—
Всего	65	33	29	3	52	11	1

но ГЖ), характеризуются легкой обогатимостью и служат ценным коксохимическим сырьем. Угли пластов верхних горизонтов тентекской свиты марки ГЖ труднообогатимые, пригодны только для энергетического использования.

Средние показатели качества рядового добываемого угля:  $W^r$  8—10%,  $A^d$  26—30%,  $S_i^d$  0,7—1,0%,  $Q_{daf}$  по бомбе 34,  $Q_i^f$  22—23 МДж/кг.

В центральных частях Карагандинской и Верхнесокурской синклиналей на карбоновых отложениях залегают юрские континентальные осадки, мощность которых достигает 400 м. Они слагают пологие унаследованные мульды. В разрезе юрских отложений выделены дубовская (нижняя) и Михайловская (верхняя) свиты. Дубовская свита включает до 20 линзовидных пластов бурого угля сложного, невыдержанного строения. На локальных участках — Кумыс-Кудукском, Кузнецком в Верхнесокурской синклинали, Дубовском в Карагандинской синклинали — в низах этой свиты содержится 1—5 линзовидных пластов мощностью 2—12 м, пригодных для отработки открытым способом. Промышленная угленосность в Михайловской свите установлена на небольшом одноименном м-нии в Карагандинской синклинали, которое отработано.

Юрские угли бурые, технологической группы ЗБ. 30%.  $A^d$  10-25%,  $V_{daf}$  40%,  $S_i^d$  0,4-1,7%,  $Q_{s,daf}$  26-29,  $Q_i^f$  15 МДж/кг,  $T_{sk,daf}$  11—12%.

Бассейн интенсивно осваивается промышленностью. Глубина разработки по большинству шахт 200—600 м, макс, по некоторым шахтам более 600 м. В 1987 г. добыто 36,9 млн т каменных углей; бурые угли не разрабатываются.

Горно-геологические условия вскрытия и отработки углей сложные из-за тектонической нарушенности залегания угольных пластов, высокой метанообильности, возрастающей с продвижением горных работ на глубину, интенсивным пылеобразованием. Гидрогеологические условия в сев. части Карагандинского р-на относительно несложные, в зап. его части и особенно в Шерубайнуринской и Тентекском р-нах сложные за счет развития обводненных покровных отложений, затопляемости территории паводковыми водами, повышенной обводненности многочисленных зон дробления пород у тектонических нарушений.

Разведанные запасы каменных углей 7,7 млрд т (из них пригодных для коксования 5,4 млрд т), предварительно оцененные 1,07 млрд т. Разведанные запасы бурого угля 565 млн т.

#### Экибастузский бассейн

Бассейн расположен в Павлодарской обл. КазССР. Он приурочен к замкнутой, вытянутой в сев.-вост. направлении крупной мульде площадью 160 км<sup>2</sup> при длине 24 км и макс, ширине

8,5 км. Угли обнаружены в 1876 г. Геологоразведочные работы проводились sporadически с 1894 г., планомерные — с 1940 г. В настоящее время бассейн полностью оконтурен и разведан. Разработка углей начата в 1898 г. мелкими шахтами, которые в 1925 г. были закрыты. В 1948 г. начато строительство первого разреза, сданного в эксплуатацию в 1954 г.

Угленосная формация нижнего (визе, намюр) и среднего карбона мощностью около 1690 м и подстилающие ее морские осадки турнейского яруса карбона, среднего и верхнего девона слагают Экибастузскую грабен-брахисинклиналь, ограниченную с СВ и ЮЗ крупными продольными разломами. На прилегающих к этим разломам площадях залегание пластов крутое (60—90° до опрокинутого) и осложнено разрывами. Сев.-вост. и юго-вост. крылья брахисинклинали, а также ее центральная часть характеризуются слаборазрушенными редкими взбросами и залеганием пород, углы падения на выходах пластов 40—20°, с постепенным вышоложиванием на глубину. Низы угленосной формации (аккудукская и ашлярикская свиты) лишь в самых верхних горизонтах содержат прослой углистых пород и углей. В карагандинской (до 600 м) и надкарагандинской (до 390 м) свитах, слагающих внутр. (центральную) часть брахисинклинали на площади 74 км<sup>2</sup>, содержится соответственно 11 и 9 угольных пластов. Промышленное значение имеют три мощных сближенных пласта карагандинской свиты (сверху вниз): 1-й — 20—25 м (сред. 22,5 м), 2-й — 33—43 м (сред. 38 м) и 3-й — 84—108 м (сред. 95 м), залегающие на глуб. от 5—10 м на выходах под покровные отложения до 680 м в донной части мульды. Угольные слои мощностью до 1,5 м чередуются с прослоями несчаноглинистых и углистых пород мощностью от долей сантиметра до нескольких метров. 1-й и 2-й пласты характеризуются более компактным строением — суммарная мощность угольных прослоев в их разрезе 86—90%, 3-й пласт более разубожен — суммарная мощность угля в среднем 54%. Залегающий ниже 4-й пласт, сливающийся с 3-им на СЗ и отделенный, на В расстоянием в 143 м, характеризуется очень сложным строением и более низким содержанием угольных слоев. При общей мощности 16—17 м полезная (по сумме кондиционных угольных слоев) составляет 13—14 м. Глубина залегания его в центральной части бассейна 750 м.

Угли каменные, марки СС.  $W^r$  7%,  $S_i^d$  0,8%,  $V_{daf}$  26—30%,  $Q_{s,daf}$  32 МДж/кг.

Создание на базе Экибастузского бассейна крупного топливно-промышленного комплекса определило целесообразность перехода на валовую (совместно с внутрипластовыми породными прослоями) добычу угля с вовлечением, в отработку высокозольных (45—60%) разностей. Повышение при этом зольности добываемых углей и снижение их теплоты сгорания (до

нормативов, установленных ГОСТ 8779—79: средняя 14,44 МДж/кг, предельная 12,56 МДж/кг) компенсируются эффектом за счет высокой производительности эксплуатационных работ. При осуществляемой в настоящее время валовой отработке слоев угля с зольностью до 60% средняя зольность добываемых углей 37—46%,  $Q_{i,r}$  15—19 МДж/кг.

Бассейн характеризуется уникальной угленосностью (140 млн т на 1 км<sup>2</sup>), что определяет возможность добычи открытым способом на всю глуб. залегания угольных пластов. Разведанные запасы 10,9 млрд т, предварительно оцененные 115 млн т.

#### Тениз-Коржункульский бассейн

Находится в Целиноградской обл. Каз. ССР, в 180 км к В от г. Целинограда. Площадь бассейна 400 км<sup>2</sup>. Приурочен к крупному Шидертинскому синклинию, в пределах обособленных вторичных брахисинклинальных структур выделены м-ния: Сарыадыр, Космурун, Бошасор и Кызылсор.

Угленосность связана с отложениями ашлярикской и карагандинской свит, в которых вскрыты соответственно один (Нижний) 1,5—3 м и четыре — Надежный (10—50 м). Спутник I (6—10 м). Спутник II (1—5 м) и Пятиметровый (2—30 м) угольных пласта. Строение пластов преимущественно сложное, зольность угля высокая (33—45%) с переходом угля в углистые аргиллиты. На региональный метаморфизм углей, определивший их марочный состав от газовых на В до коксовых на З бассейна, наложено воздействие термального метаморфизма за счет внедрения в угленосную формацию многочисленных и разнообразных (по форме и мощности) интрузивных тел. На локальных участках и площадях угли относятся к маркам ОС—А. Проводившаяся в ограниченных объемах добыча угля в бассейне прекращена. Ученные государственным балансом разведанные запасы угля бассейна 200, предварительно оцененные — 142 млн т.

#### ПРОЧИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

К З и С от Карагандинского бассейна известны месторождения—его стратиграфические аналоги, приуроченные к небольшим грабенам в каледонском складчатом основании. Наиболее крупными из них являются Куучекинское, Борлинское, Самарское и Завьяловское м-ния.

Куучекинское м-ние находится в 60 км к СВ от г. Караганды. Отложения ашлярикской и карагандинской свит слагают вытянутую в сев.-зап. направлении на 10 км при ширине

0,5—4 км сложную брахисинклиналь, интенсивно нарушенную вторичной складчатостью и разрывными нарушениями.

Промышленное значение имеют пл.  $K_{11}$ ,  $K_{12}$  и  $K_{10}$  карагандинской свиты очень сложного строения, которые на верхних горизонтах с 1951 г. отрабатываются открытым способом. Мощность этих пластов 1,5—20 м, в среднем 7—10 м. Угли каменные, марки Кг. Качество добываемого угля:  $W^r$  7%,  $A^d$  44%,  $S_i^d$  0,8%,  $V^{daf}$  21%,  $Q_s^{daf}$  33,91,  $Q_{i,r}$  16,58 МДж/кг.

В 1987 г. добыто 19 млн т. Уголь используется для сжигания на электростанциях и коммунально-бытовых нужд. Разведанные запасы угля 133 млн т.

Борлинское м-ние находится в 110 км к С от г. Караганды. Отложения аккудукской, ашлярикской и карагандинской свит слагают вытянутую в широтном направлении пологую брахисинклиналь. На детально разведанной площади (около 20 км<sup>2</sup>) в отложениях карагандинской свиты вскрыты три угольных горизонта сложного изменчивого строения. В угольных горизонтах выделено 11 пластов, из которых наибольшей мощностью характеризуются: нижний 1-й (Н1) 15,2 м, средние 1-й ( $c_1$ ) 5,2 м, 2-й ( $c_2$ ) 3,5 м и 3-й ( $c_3$ ) 3,8 м. Остальные пласты тонкие, мощностью 1—1,5 м. Условия залегания пластов несложные, углы падения пород 5—10° на юж., 15—20° на сев. крыльях складки, вскрыты единичные разрывные нарушения. Глубина залегания пластов: от 0,5—12 м на выходах до 50 м (кровля пл.  $c_3$ )—220 м (почва пл. Н) в донной части мульды.

М-ние спорадически разрабатывалось подземным способом с 1896 по 1949 гг., с 1985 г. начата крупномасштабная добыча угля открытым способом. В 1987 г. добыто 4,1 млн т. Угли каменные, марок К и К<sub>2</sub>.  $W^r$  5—6%,  $A^d$  32—40% (материнская), 45—46% (с засорением внутрипластовыми породными прослоями),  $S_i^d$  0,8%,  $V^{daf}$  29—32%,  $Q_s^{daf}$  32,4—34,5,  $Q_{i,r}$  14,1—18,3 МДж/кг. В связи с очень трудной обогатимостью они пригодны для использования только как энергетическое топливо. Разведанные запасы 469 млн т.

Самарское м-ние находится в 60 км к З от г. Караганды. Площадь его около 110 км<sup>2</sup>. Представляет собой глубокий грабен меридионального простирания длиной 25 км, шириной 5—7 км. Выполняющие его каменноугольные отложения (от ашлярикской до долинской свит включительно) слагают вытянутую синклиналь с крутым (60—90°) вост., зап. и сев. крыльями. В карагандинской и долинской свитах содержится по 8-пластов мощностью соответственно 0,6—3,5 м и 0,6—1,5 м. Угли карагандинской свиты марок Г, КЖ и К<sub>2</sub>, долинской — Г, зольные ( $A^d$  15—35%) среднеобогатимые, пригодные для коксования.

Горно-геологические условия освоения очень сложные.

Мощность покровных четвертичных отложений до ПО м.

в центре м-ния протекает р. Нура с разливом в весенний паводок на площади шириной 2—3 км. Отвод ее затруднен условиями рельефа. Разведанные запасы угля 232, предварительно оцененные — 34 млн т.

Завьяловское м-ние, находящееся в 15 км к 3 от Самарского, характеризуется аналогичным геол. строением, но среднекарбонные угленосные отложения на нем денудированы. Разведано предварительно, запасы оцениваются в 300 млн т.

#### БАСЕЙНЫ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЗОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА

##### Майкюбенский бассейн

Бассейн находится в Павлодарской обл. КазССР, в границах широтно вытянутой впадины в палеозойских породах размером около 70 км по длинной оси и 18 км по короткой оси, выполненной угленосными образованиями среднего триаса — средней юры. Угленосная формация мощностью до 1200 м подразделена на 4 свиты: ащикольскую ( $T_3-J_1$ ), талдыкольскую ( $J_1^{2-3}$ ), шоптыкольскую ( $J_2^{1-2}$ ) и жиренкольскую ( $J_2^3$ ), содержащие (каждая) 1—4 угольных горизонта, имеющие на локальных площадях компактное строение вблизи выходов под покровные отложения и быстро расщепляющиеся с постепенным выклиниванием углей по простирацию и падению.

Бассейн представляет собой крупный асимметричный синклиниорий, ограниченный на С крупным Алтайкольским разломом. Сев. опущенное вдоль этого разлома крыло синклинория характеризуется крутым (до вертикального и опрокинутого) залеганием, юж. пологое (3—10°).

Угленосные отложения слагают разобщенные вытянутые в широтном направлении асимметричные пологие складки. С наиболее крупными из них Шоптыкольской и Сарыкольской синклиналиями и разделяющей их Талдыкольской антиклиналью связаны одноименные наиболее крупные м-ния бассейна. Размеры складок 200—250 км<sup>2</sup> при длине 35—50 км и ширине 3—10 км. Детально разведаны площади распространения угольных горизонтов с горно-геологическими условиями, определяющими возможность отработки угля крупными разрезами, в юж. части Шоптыкольского (36 км<sup>2</sup>) и вост. части Сарыкольского (26 км<sup>2</sup>) м-ний до глуб. соответственно 250 и 70 м.

На карьерном поле Шоптыкольского м-ния основную промышленную ценность представляют I (нижний) и II (верхний) угольные горизонты шоптыкольской свиты. Мощности их в компактной части (у выходов) на площади около 5 км<sup>2</sup> составляют соответственно 25—30 и 15—25 м, в сев., вост. и зап. направлениях горизонты расщепляются на пласты, из которых единичные сохраняют промышленную ценность на значительной

площади и постепенно выклиниваются. Заключенные в талдыкольской и жиренкольской свитах угольные горизонты имеют аналогичное строение, мощность их в компактной части 6—10 м. Разведанные запасы угля 1357 млн т.

На карьерном поле Сарыкольского м-ния зоны компактного распространения угольных горизонтов отсутствуют; промышленную ценность имеют два пласта II горизонта шоптыкольской свиты и четыре пласта I (нижнего) горизонта талдыкольской свиты мощностью 3—5 м каждый. Разведанные запасы угля 393 млн т.

Угли бурые, технологической группы ЗБ,  $W^r$  18,5%,  $A^d$  14—24% (в среднем 19%),  $S_i^d$  0,5—0,8%,  $Q_s^{daf}$  29,72,  $Q_f$  16,32 МДж/кг.

Добыча угля в бассейне начата мелкими шахтами в первой половине XIX в. С 1941 г. на Шоптыкольском м-нии ведется разработка угля небольшим карьером для местных нужд, с 1987 г. — крупным разрезом. Добыто 302 тыс т.

Разведанные запасы угля в бассейне 1881 млн т, предварительно оцененные — 61 млн т.

##### Тургайский бассейн

Бассейн расположен в Кустанайской обл. Казахстана. Он выделен на площади т. н. Тургайского прогиба, по которому сочленяются складчатые сооружения Юж. Урала и Центрального Казахстана.

Угли в бассейне выявлены в 1948 г. На площади около 150 тыс. км<sup>2</sup> выявлено более 15 обособленных м-ний, приуроченных к разобщенным грабенообразным впадинам в палеозойском фундаменте. Размеры впадин 18—2700 км<sup>2</sup>, глуб. от первых сотен метров до 1300 м. Они выполнены угленосными отложениями триаса и юры, перекрытыми меловыми, кайнозойскими и четвертичными образованиями суммарной мощностью 25—150 м. Промышленная угленосность связана с убаганской серией юрского возраста, в которой выделены черниговская и кушмурунская нижеюрские, караганская и дузбайская среднеюрские свиты. В продуктивных свитах — кушмурунской мощностью до 280 м и дузбайской мощностью до 115 м содержится соответственно до 17 и 10 линзовидных залежей бурого угля.

По территориальному размещению и особенностям геол. строения м-ния бассейна объединены в несколько групп. Наибольшую промышленную ценность имеют Кушмурунское, Приозерное и Эгинсайское месторождения Убаганской группы и Орловское Приишимской группы, пригодные для отработки углей открытым способом (табл. 47).

На м-ниях Убаганской группы в сохранившейся от эрозии части дузбайской свиты содержится до 10 сближенных пластов

ТАБЛИЦА 47

## ОСНОВНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТУРГАЙСКОГО БАСЕЙНА

Месторождение	Размеры: длина × ширина, км	Основные пласты			Разведанные запасы угля, млн т
		Индекс	Мощ- ность*, м	Глубина залегания кровли, м	
Кушмурунское	20 × 4,5	Верхний Мощный	$\frac{7-52}{12}$	37—335	2636
		Нижний Мощный	$\frac{10-70}{22}$	65—440	
Эгинсайское	35 × 5	Мощный	2—70	42—300	1096
Приозерное	12 × 3,5	Верхний Мощный	$\frac{2-36}{22}$	48—179	360
		Нижний Мощный	$\frac{2-21}{8}$	50—220	
Орловское	9 × 4	Горизонты:	—	—	1097
		I	$\frac{—}{29,5}$	80—143	
		II	$\frac{—}{37,7}$	—	
		III	$\frac{—}{33,1}$	—	
		IV	$\frac{—}{41,0}$	—	
V	$\frac{—}{25,0}$	195—500			

\* В числителе — пределы колебаний, в знаменателе — средняя.

мощностью от нескольких до 19 м. Глуб. залегания верхних пластов 30—40 м. Основное промышленное значение имеют два пласта: Нижний Мощный и Верхний Мощный, залегающие в низах кушмурунской свиты. Макс. мощности 35—65 м они достигают в центральных частях впадин, к бортам происходит расщепление пластов и выклинивание угля. Залегающие между ними т. н. «промежуточные» пласты характеризуются изменчивой мощностью (0,5—7 м). Угленосные отложения слагают пологие брахисинклинали, крылья которых срезаны разломами, ограничивающими впадины. Продольными и поперечными сбросами площади распространения угленосных отложений разбиты

на крупные различно ориентированные ступенчатые блоки. В таких блоках залегание пород полого-волнистое под углами 3—5° (редко до 10°).

В Пришимской группе мощность дузбайской свиты 270—320 м с ней связана основная промышленная угленосность. В нижних горизонтах этой свиты на глуб. 100—200 м от дневной поверхности вскрыто 4—6 угленосных горизонта мощностью до 40 м, представленных сближенными пластами угля, которые на относительно коротких расстояниях расщепляются и выклиниваются. Расстояния между угленосными горизонтами 0,5—90 м. В кушмурунской свите, вскрытой в прибортовых частях м-ния Жаныспай, содержится до 10 пластов угля, из них пл. М-1 мощностью 0,7—29 м и М-2 мощностью 0,7—15 м. Угленосные отложения слагают пологие синклинальные складки со срезанными прибортовыми разломами крыльями. Залегание их практически горизонтальное.

М-ния Пришимской (Жаныспайское, Кызылтальское, Савинковское), а также Тургайской, Карашиликской и Кустанайской групп, пригодные для подземной разработки углей, изучены слабо.

Угли бассейна бурые, группы 2Б. Качество угля основных м-ний:  $W^r$  36%,  $A^d$  18%,  $S_t^d$  0,8-2,5%,  $Q_s^{daf}$  28,46,  $Q_f^r$  13,19 МДж/кг. Зола углей характеризуется повышенным содержанием несиликатного натрия. На Кушмурунском и Приозерном м-ниях пл. Промежуточные и частично Мощные сложены сапропелевыми разностями угля.

Гидрогеологические условия разведанных м-ний сложные; для их освоения требуется предварительное осушение. Осложняющий фактор — большая глубина залегания основных угольных пластов.

В 1985 г. начато строительство опытно-эксплуатационного разреза на Приозерном м-нии. В 1987 г. добыто 336 тыс. т угля.

Разведанные запасы угля в бассейне 6 млрд т, предварительно оцененные 690 млн т, более 90% запасов пригодны для открытой разработки.

В границы бассейна условно включены мелкие месторождения в зап. части Джезказганской обл. КазССР, известные с 90-х годов XIX в. — Байконурское и Кияктинское. Байконурское месторождение отработано, Кияктинское, на котором выявлены четыре угленосных горизонта мощностью 0,7—10 м (средняя 2—3 м), не осваивается из-за ограниченных запасов (66 млн т) и удаленности от транспортных путей.

## Урало-Каспийский бассейн

В обширной Прикаспийской впадине на территории, прилегающей к ж.-д. магистрали Оренбург — Кандагач и Кандагач — Гурьев выявлены разобщенные буроугольные месторождения

триас — юрского возраста, связанные с образованием впадин оседания над соляно-купольными структурами. Наиболее крупные впадины, обычно округлой формы, имеют размеры от единиц до 12—15 км в поперечнике; борта их иногда осложнены сбросами.

Угленосность связана с континентальными отложениями частично верхнетриасового (курашасайская свита), а в основном — среднеюрского (свита дженишек) возраста. В последних содержится до 20 линзовидных пластов и прослоев угля, из которых единичные (на Соль-Илецком м-нии один пласт мощностью 1,04 м, на Яйсанском — два — 1,2 и 3,8 м) имеют рабочее значение. Пласты характеризуются сложным изменчивым строением, глуб. их залегания достигает 30—50 м. Угли бурые технол. группы ЗБ.  $W^r$  20% и более,  $A^d$  17—35%,  $S_i^d$  7—9%,  $Q_s^{daf}$  27—28 МДж/кг. Геологоразведочные работы в бассейне проводились в 1940—1950 гг. Наиболее изучены Соль-Илецкое, Яйсанское, Шубар-Кудукское, Курашасайское и Южно-Мартукское м-ния на сев.-вост. окраине бассейна. Соль-Илецкое и Курашасайское м-ния в военные и первые послевоенные годы разрабатывались мелкими шахтами местной промышленности. Наиболее крупные запасы угля (100 млн т) разведаны на Яйсанском м-нии, на остальных они незначительны. Освоение бассейна признано нецелесообразным.

#### Илийская угленосная площадь

Выделена в вост. части одноименной впадины в нижнем течении р. Или. Угленосность приурочена к среднеюрским отложениям мощностью 100—350 м, перекрытым верхнемеловыми, палеогеновыми и неогеновыми образованиями суммарной мощностью 100—600 м.

На детально разведанном Кольжатском м-нии в продуктивной толще вскрыто до семи угольных пластов, два из которых (пл. V средней мощностью 15 м и IV — 3 м) имеют рабочее значение. Глуб. залегания пластов 135—600 м, углы падения 3—5°. Угли бурые, технологических групп 2Б—ЗБ.  $W^r$  26—31%,  $A^d$  10%,  $S_i^d$  1%,  $Q_s^{daf}$  29,32,  $Q_i^r$  19,67 МДж/кг. Разведанные запасы 3 млрд т.

Нижне-Илийское м-ние. Находится в западной части Илийской впадины, в дельте р. Или. В юрских отложениях содержится мощный (до 58 м) пласт бурого угля, распространенный на площади около 560 км<sup>2</sup>. В юго-вост. части м-ния строение пласта слитное (без породных прослоев), на остальной части он расщепляется на пл. II, II<sub>2-3</sub> и III<sub>1</sub> е д н е й мощностью 26,21 и 14 м и более тонкие. Залегание пласта практически горизонтальное, глуб. залегания 165—320 м от дневной поверхности. Угли технологических групп 1Б и 2Б.  $W^r$  32—43%

(в среднем 38%),  $A^d$  19—25% (в среднем 15%),  $S_i^d$  1—2%,  $Q_s^{daf}$  25,9—28,3,  $Q_i^r$  11,3—13,8 МДж/кг. На 50% площади в золе угля содержатся повышенные концентрации  $Na_2O$  (в среднем около 9%), на остальной площади (юго-вост. фланг м-ния) содержание  $Na_2O$  в среднем 2,2%.

Разведанные запасы угля 3 млрд т.

#### Шубаркольское месторождение

Находится в 350 км к ЮВ от г. Караганды. Открыто в 1984 г. Осваивается с 1986 г.

Угленосные отложения юрского возраста выполняют полную мульду в палеозойских породах площ. около 70 км<sup>2</sup>, длина которой в субширотном направлении 12 км и ширина до 5,5 км. На большей части м-ния залегание продуктивной толщи горизонтальное пологоволнистое, на бортах мульды наклонное под углами: на ЮЗ до 30°, на СВ до 70°. Мощность покровных отложений 3—10 м. В угленосной толще содержится три угольных пласта. Мощность основного (Верхнего) в сев.-зап. части м-ния 30—32 м, строение простое. В юго-вост. направлении он расщепляется; суммарная мощность угольных слоев снижается до 21 м. Макс. глубина залегания кровли пласта в центре мульды 120 м. Нижезалегающие пласты — Средний и Нижний — характеризуются изменчивой мощностью соответственно 0,8—2,5 и 1,6—6,9 м (средняя 1,5 и 2,2 м) и сложным строением.

Угли каменные, марки Д.  $W^r$  10—18%,  $A^d$  4—12%,  $S_i^d$  0,3%,  $Q_s^{daf}$  25,9,  $Q_i^r$  21,2 МДж/кг.

Разведанные запасы угля 1,6 млрд т. В 1987 г. введен в эксплуатацию крупный разрез, добыто 1,15 млн т угля.

#### Ленгерское месторождение

Находится в 28 км от г. Чимкента. Известно с конца XIX в., изучалось с 1930 г. В ленгерской свите среднеюрского возраста мощи. 200—300 м, залегающей на известняках и туфо-песчаниках палеозоя и перекрытой непродуктивной тогузской свитой средней юры, осадками мела и четвертичными отложениями, содержится до шести пластов невыдержанной (от нерабочей до 12 м) мощности, в среднем составляющей 1—2 м. Угленосные отложения слагают сопряженные синклинали и антиклинальные структуры, осложненные разрывами. Угли бурые, технол. гр. ЗБ. Средние показатели:  $W^r$  27%,  $A^d$  25%,  $S_i^d$  2,8%,  $Q_s^{daf}$  29,  $Q_i^r$  16 МДж/кг. Разведанные запасы угля 161 млн т, предварительно оцененные в 194 млн т. Разрабатывалось в 40-х—60-х годах шахтами до 1970 г. Добыча угля прекращена из-за ее нерентабельности.

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ СРЕДНЕЙ АЗИИ

В среднеазиатском регионе выявлено более 140 угольных м-ний и углепроявлений юрского возраста. Содержащиеся в отложениях других возрастов угли практического значения не имеют.

Сформировавшиеся в платформенном чехле каледонид и герцинид складчатых областей Тянь-Шаня юрские угленосные формации в олигоцене подверглись воздействию альпийского эпиплатформенного орогенеза, обусловившего их погружение и последующие поднятия в области интенсивной денудации. Различия в глубине погружения отразились в широком диапазоне метаморфического преобразования углей — от бурых мягких (2Б) и плотных (3Б) до каменных (Д—Т), интенсивность горнообразовательных процессов — в характере и степени нарушения залегания угленосных формаций — от близкого к горизонтальному пологоволнистого до сложного нарушенного складчатостью и многочисленными разрывами крупно- или мелкоблочного. В пространственном размещении, характере угленосности, структурных особенностях месторождений отчетливо проявилась унаследованность их генезиса от строения палеозойского фундамента — преимущественно линейное (субширотное) простираие угленосных формаций, прерывистость углеобразования, различия в масштабности его проявления на различных частях одного и того же месторождения. Интенсивная расчлененность современного рельефа, многоярусное проявление различных морфологических его типов обусловили нахождение многих выявленных месторождений в труднодоступных для промышленного освоения районах (Узгенский бассейн, Фан-Ягнобское м-ние) и соответственно недостаточную степень геологической их изученности, часто ограниченную небольшими площадями (участками).

Основные разведанные запасы угля сосредоточены в месторождениях, находящихся в предгорьях хребтов (Ангренское, Кок-Янгакское м-ние) и в крупных межгорных впадинах: Ферганской (Кызыл-Кийское, Шурабское, Сулюктивское, Алмалыкское), Нарьшской (Ташкумырское, Тегенекское), Иссык-Кульской (Джергаланское, Согутинское, Минкушское).

Наибольшим масштабом угледобычи характеризуется Ангренское бурогольное м-ние в Узбекистане.

Ангренское м-ние выявлено в 1933 г., разрабатывается с 1940 г. Приурочено к одноименной депрессии в палеозойских породах, ограниченной отрогами хребтов Чаткальского на СЗ и Кураминского на ЮВ. Площадь его около 70 км<sup>2</sup>. Юрские угленосные отложения мощн. до 150 м слагают широкую пологую синклинали, ось которой погружается в юго-зап. направлении. Юго-вост. крыло пологое (5—6°), сев.-зап. — крутое (до

45—60°), осложненное вторичной складчатостью и надвигами. В донной части синклинали развиты мелкие вторичные складки и взбросы амплитудой 10—40 м и малоамплитудные разрывы. Угленосная толща содержит мощную залежь сложного изменчивого строения. Нижняя часть ее (Мощный комплекс) мощностью 20—50 м имеет более простое компактное строение (коэф. угленосности 0,85—0,95), верхняя (Верхний комплекс) мощностью от 20 м на выходах до 130 м на глуб. расщеплена многочисленными прослоями алевритов и песчаников (коэф. угленосности 0,5—0,8). В Мощном комплексе прослежена «полоса разубоживания» шириной 400—900 м, где коэф. угленосности снижается до 0,4—0,5. К бортам депрессии угольная залежь разубоживается и выклинивается, в юго-зап. направлении погружается на большие глуб. (600—700 м). Угли бурые, группы 2Б. Качество добываемого угля:  $W^r$  35%,  $A^d$  22%,  $S_t^d$  2%,  $Q_s^{dal}$  29,09,  $Q_r^r$  13,44 МДж/кг.

Разработка м-ния ведется в основном разрезом, в небольшом объеме шахтой. Кроме того, работает станция Подземгаз, производящая около 500 млн м<sup>3</sup> газа в год. Добыча угля 4,9 млн т/год. Разведанные запасы угля 1,9 млрд т, из них для открытой добычи 1,1 млрд т.

М-ние комплексное. Залегающие во вскрыше вторичные и в почве угольной залежи первичные каолины используются для производства цемента, керамических изделий, в перспективе рассматриваются как сырье для производства глинозема.

В небольшом объеме добыча угля в Узбекистане ведется на Шаргуньском м-нии в Сухандарьинской обл.

Наибольшее число месторождений угля выявлено (и в большей части разрабатывается) на территории Киргизской ССР. Основными промышленными районами по угледобыче являются Южно-Ферганский, Восточно-Ферганский, Северо-Ферганский, Иссык-Кульский, Кавакский. Запасы угля Сулюктинского, Кызыл-Кийского, Нарынского (Ташкумырского) месторождений, разрабатываемых с конца прошлого столетия в значительной мере отработаны. Выявленный в 1941—1945 гг. Узгенский каменноугольный бассейн не осваивается.

В Таджикистане разрабатываются Шурабское бурогольное и в небольшом объеме Фан-Ягнобское (Раватское) каменноугольное месторождение; в западной части последнего в 1988 г. завершена детальная разведка для заложения крупной шахты.

В Туркмении выявлены Туаркырское и Ягманское углепроявления, на которых проведен небольшой объем поисковых работ.

Основные данные по разрабатываемым и разведваемым м-ниям приведены в табл. 48.

ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СРЕДНЕЙ АЗИИ

ТАБЛИЦА 48

Месторождения (участки)	Размеры разведанной площади по простиранию, км	Мощность угленосной формации, м	Число рабочих пластов угля:		Мощность рабочих пластов*, м	Запасы угля, млн т		Добыча, тыс. т		Марка угля	Качество угля (%):				Теплота сгорания, МДж/кг	
			общее (по основным выдерж. и относит. выдерж.)	основных (выдерж.)		А + В + С <sub>1</sub>	С <sub>1</sub>	Общая	В том числе разрезами		W <sub>f</sub> <sup>f</sup>	A <sup>d</sup>	S <sub>f</sub> <sup>d</sup>	V <sup>dof</sup>	Q <sub>s</sub> <sup>dof</sup>	Q <sub>f</sub>
Узбекистан																
Шаргуньское	6	26	1	1	1,2—13 3—12	35,0	3,4	170	—	К (СС)	4—6	10,0	1,1	22,0	35—36	19,3
Байсун-Тау	10	270	3	1	1,5—3,5 2,0	9,9	5,7	—	—	ОС—Т	4—6	15,6	0,5	14,5	30—35	15,6
Киргизия																
Кок-Янгакское	10	До 310	8	3	1—15 1,5—5,5	138,8	11,6	418	—	Д	10,5	21,0	1,8	34,0	31,8	21,3
Сулуктинское	22	До 500	2	1	1—18 5—7	189,4	12,6	613	358	ЗБ	22,0	21,0	0,7	33,0	29,5	16,9
Кызыл-Кийское	14	До 230	5	2	1,2—23 2—4	105,8	20,4	855	475	ЗБ	28,0	18,0	1,6	35,0	29,7	16,2
Алмалыкское	1,5	50—250	1	1	1—37 19—28	20,8	0,2	247	247	ЗБ	27,5	32,0	1,7	45,0	29,5	14,8
Нарынское (Ташкумырское)	20	До 100	5	1	0,6—18 1—4,5	46,9	13,2	341	37	Д	14,5	25,0	1,5	41,0	29,7	17,8
Джергаланское	20	75—165	6	1	до 19 6,6	10,7	21,5	91	—	Д	11,5	14,0	1,0	37,0	31,6	22,7
Согутинское	14	До 320	3	2	1,0—5,0 2,7	10,2	2,2	100	—	ЗБ	17,5	14,0	0,6	42,0	29,6	19,3
Минкушское	4,5	До 220	6	2	4—40 4—10	87,5	143,4	191	—	ЗБ	19,3	18,9	1,5	36,0	29,0	17,7
Тегенекское	7	До 35	3	1	1—16 6—9	54,8	3,7	Законсервировано	—	Д	13,3	15,2	0,7	37,0	30,7	22,3
Каратутское	7,4	15—155	1	1	1,3—18 5—8	32,1	—	347	347	Д	14,8	21,7	1,0	43,3	—	18,0
Кара-Киче	10,5	До 300	2	1	10—60 40,0	192,0	0,5	41	41	ЗБ	20,8	11,8—21,8	1—2	36—39	28,2	17,1
Кок-Майнакское	10	200—300	5	2	4—31 10—18	64,3	69,1	—	—	ЗБ	20	16	1,5	—	—	—
Шурабское (участки III и Самаркандек)	13	Ок. 300	3	3	1—28 1—2	69,4	70,9	—	—	ЗБ	23—28	13—21	1,4	37	28,7	16,5

Месторождения (участки)	Размеры разведанной площади по простиранию, км	Мощность угленосной формации, м	Число рабочих пластов угля	Мощность рабочих пластов, м	Запасы угля, млн т		Общая добыча, тыс. т	Марка угля	Качество угля (%)				Теплота сгорания, МДж/кг	
					A + B + C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>			В том числе разрезам	В	С	А		Д
Шурабское (участок I)	4	Ок. 300	1	1	3—20	71,9	58,5	3Б	21,5	20,5	1,0	37,0	28—29	16—17
(участок II)	4	*	12	12	1—18	176,0	—	ГЖ	2,0	4,0	1,0	31—36	33—34	26—28
Фан-Ягнобское (Рават)	102	500—700	1	1	6,0	—	—	ГЖ	2,0	4,0	1,0	31—36	33—34	26—28
Восточный участок	3	3	16	6	0,7—8	144,7	403,1	Г, ГЖ, СС	3,0	10—24	0,8 (до 5)	25—36	33—34	26—29
Западный участок	3	3	7	4	0,8—3,8	1514	37,4	Г	6,0	17—26	1,0	17—26	н/д	н/д
Магиан														

\* В числителе — пределы колебаний, в знаменателе — преобладающая.

в характере угленосности большого числа месторождений региона отразились типично платформенные черты углеобразования. Морфология угольных пластов, как правило, линзовидная, мощность невыдержанная и изменчивая от десятков сантиметров до нескольких метров (на локальных участках до нескольких десятков метров), строение преимущественно сложное и невыдержанное. В составе угля преобладают (от 50% до 80%) мацералы группы фюзинита.

Разработка месторождений ведется открытым и подземным (с вскрытием угольных пластов штольнями и наклонными или вертикальными стволами) способами. Ведение открытой добычи затруднено небольшими размерами пригодных для этой цели участков, значительной мощностью и неоднородностью вскрышных пород. Общими неблагоприятными условиями являются повышенная сейсмичность региона, проявление оползневых, селевых процессов, сложность транспортных средств.

Узгенский бассейн находится в Ошской обл. Киргизии в высокогорной (2500—5000 м) области на обоих склонах Ферганского хребта. В наиболее доступной сев.-зап. части с отм. 2500—3000 м в юрских отложениях мощн. более 3000 м выделены туюкская, чаарташская и зинданская угленосные свиты. Они слагают обособленные крупные вторичные структуры, в наиболее крупной Ясинской брахиантклинали, где выявлено девять месторождений (углепроявлений) каменного угля. В продуктивной части разреза юры вскрыто до 15 угольных пластов сложного строения, малой и изменчивой мощности. На предварительно разведанных м-ниях Туюк и Карагаша устойчивое промышленное значение имеют лишь 1—2 пласта с мощн. до 2,6 м. На остальных м-ниях (Кумбель, Зиндан, Кок-Кия, Каратюбе, Читты, Тарыелга и Бештерек) выполнен небольшой объем поисковых работ. Залегание пластов в основном пологое 10—20°, на нарушенных вторичной складчатостью и сбросами участках до 50°. Мощность единичных пластов достигает на локальных участках 6—8 м, большая часть — тонкие и весьма тонкие.

Угли каменные. Метаморфизм их нарастает в юго-вост. направлении от марки Д (м-ние Кумбель) до Г (Карагаша, Зиндан), Ж, К, ОС (Кок-Кия, Туюк), ОС, Т (Каратюбе), А (Читты). Зольность  $A^d$  4—20%,  $S_1^d$  3—2,5%,  $Q_s^{daf}$  ----- 36 МДж/кг.

Разведанные в бассейне запасы угля учтены в количестве 195,5 млн т (в основном кат. С1), предварительно оцененные — 528 млн т. В связи с низкой угленасыщенностью и сложностью природных условий промышленное освоение бассейна не намечается, геологоразведочные работы прекращены.

### БАСЕЙНЫ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНОЙ И ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

На обширной территории Зап. Сибири, Красноярского края, Иркутской обл., Тувинской АССР и Забайкалья за годы Советской власти выявлены, разведаны и вовлечены в различной степени в промышленное освоение крупные угольные бассейны и многочисленные обособленные м-ния.

Наибольшее народнохозяйственное значение имеет Кузнецкий угольный бассейн — крупнейшая топливно-энергетическая база союзного значения с запасами углей различного марочного состава. Канско-Ачинский бассейн с уникальными запасами бурых углей представляет собой базу для создания в Сибири крупного топливно-энергетического комплекса. Минусинский, Иркутский бассейны и м-ния Забайкалья обеспечивают энергетическим сырьем крупные электростанции и промышленные предприятия Вост. Сибири.

В Горловском бассейне, характеризующемся сложным геол. строением, в Тунгусском вследствие сложных природных условий и в Улугхемском в связи с его удаленностью от основных потребителей угля добыча угля ведется в очень ограниченных объемах. Тунгусский и Таймырский бассейны исследованы слабо, что позволяет лишь приблизительно оценить промышленную ценность подсчитанных по ним прогнозных запасов угля.

#### Кузнецкий бассейн

Бассейн занимает второе место в СССР по разведанным запасам и добыче угля. Он находится в Кемеровской обл. в юго-зап. предгорной части Зап. Сибири, занимает обширную котловину, ограниченную горными сооружениями—Салаирского кряжа на ЮЗ, Горной Шории на ЮВ и Кузнецкого Алатау на СВ; в сев.-зап. направлении котловина переходит в Западно-Сибирскую низменность. В плане бассейн имеет форму близкую к четырехугольной, при длине с СЗ на ЮВ около 335 км и ширине до 110 км (рис. 23).

Угли в бассейне известны с 1721 г., кустарная добыча угля начата в XVIII в., промышленная разработка в 1842 г. В настоящее время бассейн — крупный центр тяжелой индустрии.

Бассейн представляет собой сложный по строению синклиорий, выполненный залегающими на морских осадках нижнего карбона мощным (до 9 км) комплексом угленосных верхнепалеозойских (С<sub>3</sub>—Р<sub>2</sub>) и мезозойских (Т—J) отложений.

Основное углеобразование в бассейне, связанное с поздним палеозоем, происходило в два этапа; в карбоне — ранней перми (балахонская серия осадков) и в поздней перми (кольчугинская серия). Пространственное распространение, литологический со-

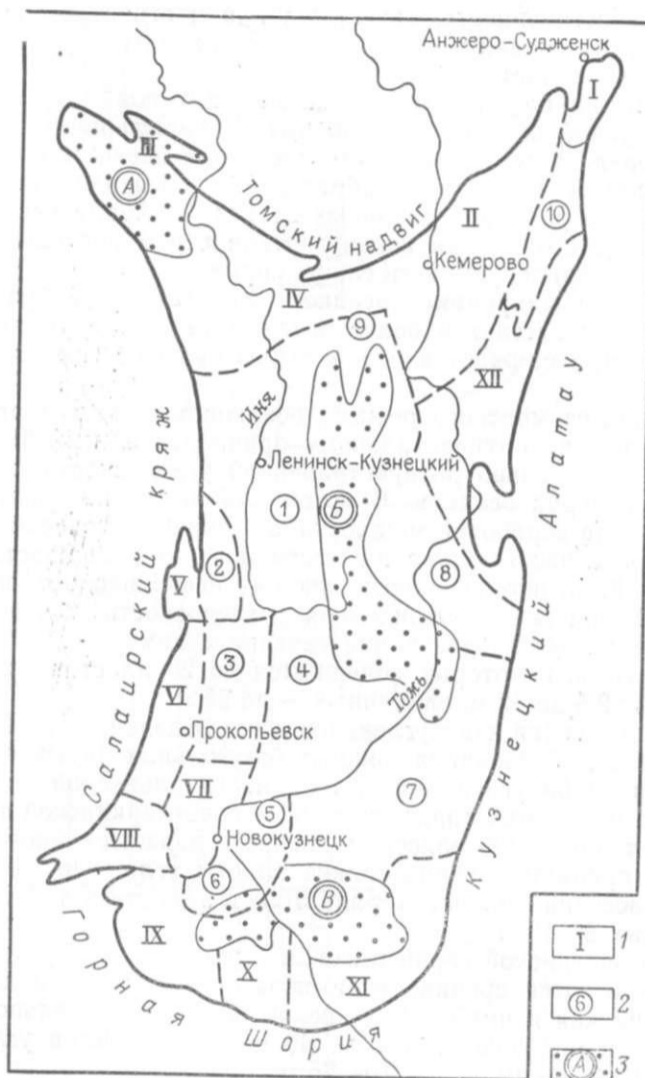


Рис. 23. Геологопромышленное районирование Кузнецкого бассейна:

Районы с преимущественным распространением отложений:  
 I — балахонской серии: I — Анжерский, II — Кемеровский, III — Завьяловский, IV — Титовский, V — Бачатский, VI — Прокопьевско-Киселевский, VII — Араличевский, VIII — Бунгуро-Чумышский, IX — Кондомский, X — Мрасский, XI — Том-Усинский, XII — Крапивинский; 2 — кольчугинской серии (цифры в кружках): 1 — Ленинский, 2 — Беловский, 3 — Ускатский, 4 — Ерунаковский, 5 — Байдаевский, 6 — Осиновский, 7 — Терсинский, 8 — Салтымаковский, 9 — Плотниковский, 10 — Барзский (девон); 3 — впадины с юрскими отложениями: А — Доронинская, Б — Центральная, В — Тутуясская

став, угленасыщенность, качество углей и структурные формы залегания отложений этих макроциклов характеризуются рядом специфических черт.

Отложения балахонской серии выходят под покровные отложения узкой полосой (15—20 км) в периферийных частях синклиория. В центральной его части они перекрыты мощным комплексом более молодых образований и выходят на поверхность лишь в районах локальных поднятий (Араличевское, Макарьевское). Отложения кольчугинской серии повсеместно выполняют центральную часть Синклиория.

В каждом макроцикле осадков масштаб углеобразования постепенно нарастает к более поздним периодам угленакпления и быстро снижается к верхним возрастным границам (рис. 24).

Переход от морского режима осадконакопления к прибрежно-морскому и континентальному проявился в низкой и невыдержанной локально распространенной угленосности низов балахонской серии осадков. В острогской подсерии содержатся прослои угля нерабочей мощности, в нижнебалахонской — лишь в сев. и юж. частях бассейна вскрыты единичные пласты невыдержанной, но иногда значительной (в несколько метров) мощности. Основная промышленная угленосность балахонского цикла осадко-углеобразования связана с кемеровской и ускатской свитами, в которых содержится до 20 пластов угля мощностью от 2,5 до 10 м, единичных — до 25 м.

Кольчугинский этап угленакпления отделен от балахонского временем образования мощных безугольных (кузнецкая подсерия) и слабо угленасыщенных (низы ильинской подсерии) осадков. В верхних горизонтах казанково-маркинской и ускатской свит ИЛЬИНСКОЙ подсерии обычно содержатся многочисленные, но преимущественно тонкие пласты угля. Но в южной части бассейна мощность ряда пластов достигает 1,5—2,5 м, единичных 8—10 м.

В кольчугинской серии высокой и устойчивой угленосностью характеризуются средние горизонты ерунаковской подсерии — грамотейнская и низы тайлуганской свит. В центральной части бассейна в них содержится до 40 рабочих пластов угля мощностью 1—3 м, единичных 10—25 м.

На размытой поверхности верхнепалеозойских осадков в изолированных унаследованных впадинах залегают угленосные отложения тарбаганской серии (Т<sub>3</sub>—J). В наиболее крупных впадинах: Доронинской, Центральной и Тутуянской мощность осадков тарбаганской серии достигает 900 м и более. Местами они подстилаются безугольными отложениями нижнего триаса (мальцевская серия) мощностью до 1500 м. В отложениях тарбаганской серии вскрыто более 50 невыдержанных по мощности и строению пластов и прослоев угля, из которых 5—14 до-

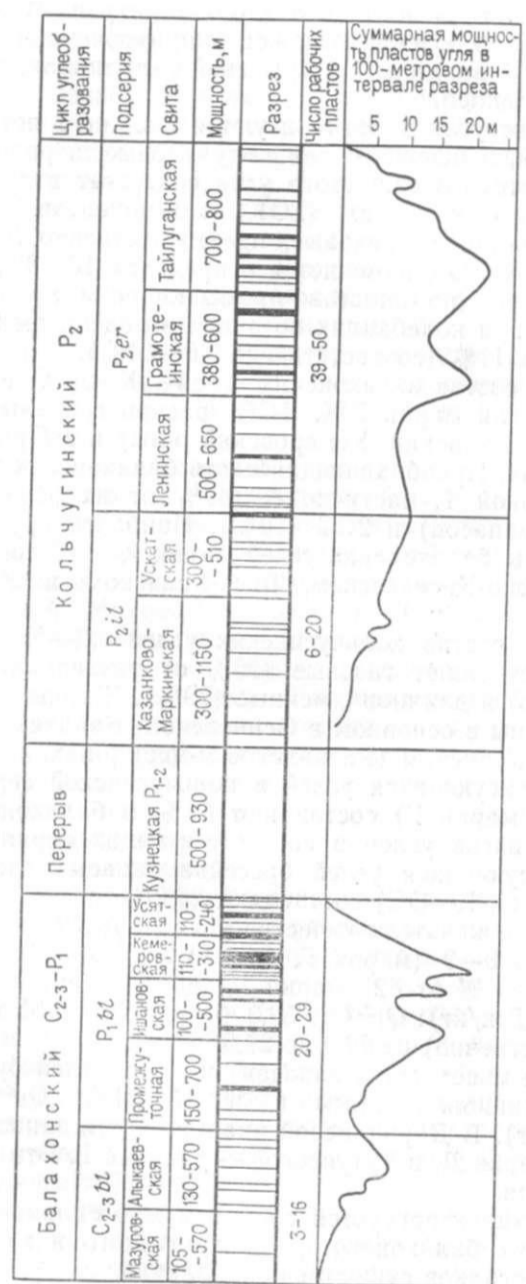


Рис. 24. Угленосность отложений пермо-карбона Кузнецкого бассейна

стигают мощности в несколько (до 10) метров. Максимальная угленасыщенность юрских отложений приурочена к зап. окраине Центральной впадины и Нарыкской синклинали, находящейся южнее последней.

Балахонские угли характеризуются сложным петрографическим составом, в основном они полуматовые, в ряде случаев с прослоями матового сажистого угля содержат в среднем 44% (от 38 до 52) отошающих ( $\Sigma OK$ ) компонентов. Кольчугинские—в основном клареновые, преимущественно блестящие и полублестящие;  $\Sigma OK$  изменяется в пределах 18—30%. Средняя зольность углей (по пластово-промышленным пробам): балахонских 14% при колебаниях по р-нам и подsvитам 9,5—20,5%, кольчугинских 11% (соответственно 9,5—14%).

Марочный состав балахонских углей ГЖ—А. Слабометаморфизованные угли марок ГЖ, 1СС распространены на вост. окраине (Крапивинский, Кемеровский р-ны) и в Присалаирской части бассейна. Преобладающая часть балахонских углей представлена маркой Т, частично А (47% от их разведанных до глуб. 600 м запасов) и 2СС (19%). Наиболее крупные разведанные запасы балахонских углей марок К—ОС сосредоточены в Прокопьевско-Киселевском, Томь-Усинском и Кемеровском р-нах.

Марочный состав кольчугинских углей Д—Ж. Основную массу их составляют газовые (56% от разведанных до глуб. 600 м запасов) и длиннопламенные (29%). Жирные угли (8,5%) распространены в основном в Осиновском, Байдаевском, Ленинском и Томь-Усинском (Распадское м-ние) р-нах.

Запасы коксующихся углей в кольчугинской серии осадков (в основном марки Г) составляют 65%, в балахонской—15% от общих запасов углей в соответствующих сериях. В общих запасах коксующихся углей бассейна запасы углей наиболее ценных марок (Ж—ОС) составляют 28,2%.

Основные показатели качества угля (%):  $W^r$  от 4—5 (марок КЖ—ОС) до 8—9 (марок Г, СС, Т) и до 12 (марки Д),  $S_{i^d}$  0,4—0,6,  $V_{daf}$  от 42 (марки Д) до 13 (марки Т), теплота сгорания (МДж/кг): от 33,3 (марки Д) до 35,8 (марки К),  $Q_{i^r}$  (соответственно) от 22,9 до 29,5.

Основная масса (87% запасов) юрских углей бурые и переходные к длинно-пламенным с  $W^r$  16—21%,  $Q_{s^daf}$  29,55,  $Q_{i^r}$  18,8 МДж/кг). В Доронинской впадине часть запасов углей относится к марке Д, в Тутуянской — к марке Г. Эти угли не разрабатываются.

Бассейн характеризуется сложным многоплановым строением. Тектоника балахонского, кольчугинского и тарабаганского комплексов осадков существенно различна.

Балахонские отложения на контактах с Томским надвигом и Салаирским кряжем собраны в узкие крутые, местами опро-

кинутые линейные складки, осложненные складчатостью более мелких порядков (см. рис. 18,г). Многочисленные взбросы и надвиги создают чешуйчатые структуры залегания. В примыкающих к Кузнецкому Алатау и Горной Шории р-нах они залегают моноклинально, с пологим падением к центру бассейна, но интенсивно нарушены сбросами, местами прорваны дайками и силами изверженных пород. В зонах сопряжения различно ориентированных обрамляющих бассейн складчатых систем развиты крупные синклинали: Анжерская и Кемеровская на С. Инская на З. Кондомская на Ю. Крылья этих структур осложнены дополнительной складчатостью и многочисленными разрывными нарушениями. В замковых частях Анжерской и Кемеровской структур развиты кулисообразно расположенные сложные по строению нарушенные брахисинклинали: Андреевская, Козлинская, Кедрово-Крохалевская, Глушинская и др.

Кольчугинские отложения в сев-зап. р-нах образуют широкую зону гребневидной складчатости. Вытянутые параллельно Салаирскому кряжу широкие плоскодонные синклинали: Ленинская, Егзово-Красноярская, Никитинско-Касьминная, Беловская, Егултасская и др. разделены узкими антиклиналями: Новороссийской, Мохово-Пестеревской, Виноградовской, Уропской и др. К замковым частям антиклиналей приурочены мощные зоны дробления по крупным разломам: Кутоновскому, Кильчигизскому, Журинскому, Виноградовскому, Соколовскому и др., протягивающимся на десятки километров, с ответвлениями, поражающими крылья синклиналей.

В юго-зап. р-нах кольчугинские отложения слагают различно ориентированные брахиформы с пологими крыльями, в различной степени нарушенные дополнительной складчатостью и разрывными нарушениями.

Отложения тарбаганской серии слагают крупные пологие брахисинклинали с углами падения на крыльях 2—25° (редко до 50°). В центральных частях складок залегание полого-волнистое, близкое к горизонтальному, иногда осложненное дополнительной пологой складчатостью.

С учетом пространственного размещения, возраста угленосных отложений, структурных условий площадь бассейна подразделена на 25 геолого-промышленных р-нов (см. рис. 23). Характеристика угленосности геолого-промышленных р-нов с распространением балахонской и кольчугинской серий отложений приведена в табл. 49, 50.

Разведанные (в основном до глуб. 600 м) запасы углей бассейна 62,6 млрд т, предварительно оцененные 16,2 млрд т, коксующихся углей соответственно 29,7 и 3,1. Для открытой разработки пригодно 18,8 млрд т. Запасы бурых углей подсчитаны в количестве 192,5 млн т и отнесены к забалансовым.

ТАБЛИЦА 49  
ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕННОСТИ ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНОВ КУЗНЕЦКОГО БАСЕЙНА С ПРЕИМУЩЕСТВЕННЫМ РАЗВИТИЕМ БАЛАХОНСКОЙ СЕРИИ ОТЛОЖЕНИЙ

Геолого-промышленный район	Число рабочих пластов в подсерии		Мощность рабочих пластов, м		Запасы угля, млн т			Марочный состав углей	Добыча угля, млн т
	нижнебалхонской	верхнебалхонской	преобладающая	максимальная	разведанные	предварительные	концентрация в % от общих		
Анжерский	До 22	—	0,7—1,5	6—10	486,4	36,2	54	К, К, ОС, Т	3,4
Кемеровский	До 13	До 30	1—2	22	3271,8	217,8	33	ГЖ, КЖ, К, К, ОС	12,2
Бачатский	1	До 25	2—10	32	999,9	232,2	33	КЖ, К, К, 2СС	7,9
Прокопьевско-Киселевский	1	До 25	2—6	25	6368,8	1513,6	30	ГЖ, КЖ, К, К, ОС, 2СС, Т	24,5
Араличевский	—	До 19	2—4	8	396,4	65,3	—	Т	0,6
Бунгуро-Чумышский	До 10	22—50	1—3	11	1767,0	169,1	3	Т, А	2,7
Кондомский	До 4	До 32	1—4	13	3989,5	499,8	1	К, К, ОС, Т	5,3
Мрасский	3	До 24	1—3	9—11	3613,6	19,1	1	К, К, ОС, Т, А	10,5
Томь-Усинский	До 9	До 27	1—4	9—16	4745,9	153,9	70	КЖ, К, К, ОС, 2СС, Т, А	16,3
Крапивинский	До 13	До 6	0,7—1,5	3,5	27,9	—	—	1СС	0,06
Завьяловский	3—6	4—6	0,7—1,0	2,9	60,7	—	30	К, 2СС	0,09
Титовский	1—2	5—8	1—1,3	4,3	2,5	3,8	—	Т	—

Добыча угля в бассейне в 1987 г. составила 137,9 млн т, в том числе 58,6 млн т (более 40%) открытым способом. Основные районы угледобычи: Прокопьевско-Киселевский, Ленинский, Томь-Усинский, Байдаевский, Кемеровский, в меньшей мере — Ерунаковский, Анжерский, Беловский, Бачатский, Кондомский, Мрасский и Осинский. Средняя глуб. разработки углей в шахтах 320 м (минимальная 100, максимальная 790 м) от дневной поверхности. Все шахты работают в условиях пылево-газового режима, газоносность колеблется в пределах 6—40 м<sup>3</sup>/т суточной добычи. Сложность горно-технических условий во многом зависит от характера угленосности и тектоники конкретных м-ний. Гидрогеологические условия умеренной сложности, водопритоки в горные выработки обычно не превышают 200—300 м<sup>3</sup>/ч, в Ленинском и Осинском р-нах достигают 500—1000 м<sup>3</sup>/ч. Добыча угля разрезами ведется на глубинах 26—208 м от дневной поверхности.

#### Горловский бассейн

Бассейн расположен в Новосибирской обл. РСФСР. Он вытянут узкой (1,5—7,5 км) полосой в сев.-вост. направлении на 120 км при ширине 1,5—7,5 км. На Ю пересекается ж.-д. линией Новосибирск — Барнаул. Угли в бассейне обнаружены в начале XIX в. Систематическое геол. изучение начато в 1915 г. и продолжается в настоящее время. Угленосная формация раннепермского возраста мощностью 640—940 м идентифицируется с верхнебалхонской подсерией Кузнецкого бассейна. В ней содержится до 18 рабочих пластов угля сложного и крайне изменчивого строения, мощность которых колеблется в широких пределах, в среднем составляя 0,7—3 м (единичных 10—20 м).

Основная структура бассейна — Горловская грабен-синклиналь — интенсивно деформирована. Крылья ее собраны в узкие дисгармоничные складки мелких порядков и поражены разрывами различного характера с амплитудами от нескольких до сотен метров. Под воздействием тектонических факторов угольные пласты также интенсивно нарушены, для них характерны резкие пережимы, раздувы и перемещения массы угля с крыльев в замковые части антиклиналей.

Детальной разведке подвергались разобщенные площади, характеризующиеся повышенной угленасыщенностью, условно названные м-ниями: Листвянское, разрабатываемое шахтой, Горловское — разрезом, Ургунское, Колыванское и Крутихинское, намечаемые к отработке открытым способом (табл. 51). Основное промышленное значение на этих м-ниях имеют пласты: Главный и Двойной I—II. Они содержат 70—90% общих (для м-ний) запасов антрацита. За контурами разведанных

ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕННОСТИ ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНОВ КУЗ СЕРИИ

Геолого-промышленный район	Число рабочих пластов в подсерии		Мощность рабочих пластов, м	
	ильинский	ерунаковский	преобладающая	максимальная
Ленинский	До 22	До 44	1—3	19
Беловский	До 26	До 13	0,7—3	3,5
Ускатский	3—9	До 5	0,7—1,5	2
Ерунаковский	До 17	До 34	0,7—1,5	23
Байдаевский	До 12	До 11	0,7—1,5	4
Осиновский	До 28	—	0,7—2	3
Томь-Усинский	До 15	4—5	2—5	11
Терсинский	6—17	До 23	0,7—1,5	5
Плотниковский	До 10	9—15	0,7—2	4
Салтымаковский	До 4	До 15	0,7—1,5	3

м-ний мощность этих пластов не превышает обычных величин (1—2 м).

В 1987 г. добыто 665 тыс. т антрацита, в том числе 573 открытым способом. Качество добываемых антрацитов:  $W^r$  10%,  $A^d$  4—30 (в среднем 13%),  $S_t^d$  0,4%,  $V^{daf}$  4%,  $Q_s^{daf}$  до 34,  $Q_t^r$  26—30 МДж/кг. Антрациты используются как местное энергетическое топливо, обогащенные — как сырье для производства катодных блоков. Выход используемых для этой цели крупных (+25 мм) классов после обогащения составляет в среднем около 15%.

Разведанные запасы антрацита 263,6 млн т, из них 194,6 пригодны для отработки открытым способом; предварительно оцененные запасы 124,3 млн т. Учитывая изменчивый характер угленосности, не исключена возможность выявления участков, угленасыщенных в степени аналогичной детально разведанным.

#### Минусинский бассейн

Бассейн находится в Хакасской авт. обл. Красноярского края. Он приурочен к обширной котловине, окаймленной отрогами Кузнецкого Алатау, Вост. и Зап. Саянов и выполненной осадками среднего и верхнего палеозоя (D—P). В границах обособленной Южно-Минусинской впадины угленосная формация пермо-карбонного возраста сохранилась в крупных разбросанных изометричных или вытянутых в широтном направлении мульдах площадью 100—800 км<sup>2</sup>. Она подразделяется на хакас-

ТАБЛИЦА 50  
НЕЦКОГО БАСЕЙНА С ПРЕИМУЩЕСТВЕННЫМ РАЗВИТИЕМ КОЛЬЧУГИНСКОЙ ОТЛОЖЕНИЙ

Геолого-промышленный район	Запасы угля, млн т			Марочный состав углей	Добыча угля, млн т
	разведанные	предварительно оцененные	коксуемых, % от общих		
Ленинский	17994,2	2745,1	38	Д, Г, Ж	22,5
Беловский	1272,1	326,3	100	Г, Ж	4,4
Ускатский	116,2	18,3	100	Г, Ж	0,5
Ерунаковский	9171,2	8964,2	67	Г, ГЖ, Ж	5,8
Байдаевский	1719,4	17,3	97	Г, ГЖ, Ж	12,5
Осиновский	1525,4	227,2	100	Ж	3,1
Томь-Усинский	1807,5	159,1	74	Г, ГЖ, Ж	6,1
Терсинский	2517,9	472,1	93	Г, ГЖ, Ж	1,4
Плотниковский	675,7	386,9	54	Д, Г	—
Салтымаковский	—	—	—	Д	—

скую (нижнюю) и аршановскую (верхнюю) серии угленосных осадков, разделенных береговой (безугольной) свитой. Мощность формации в зависимости от эрозионного среза 500—600 м в центральных частях мульды Алтайской, Сарской и зап. части Приенисейско-Абаканской (Черногорское м-ние) до 1800 м в вост. части Приенисейско-Абаканской мульды (Изыхское м-ние).

Угли в бассейне известны со второй половины XVIII в., кустарная добыча начата в 1904 г. В настоящее время разрабатываются Черногорское и Изыхское м-ния в Приенисейско-Абаканской мульде вблизи г. Минусинска. Добыча 6,2 млн т/год, в том числе 4,1 млн т открытым способом. Подготовлены для промышленного освоения м-ния: небольшое Аскизское в Сарской и крупное Бейское в Абаканской мульдах (табл. 52). На Бейском м-нии разведаны участки Аршановский и Чалпан, пригодные для отработки разрезами. Наиболее благоприятен для освоения уч. Чалпан в вост. части м-ния.

Угольные пласты характеризуются сложным (реже простым) изменчивым строением и невыдержанной мощностью, которая за счет локальных выклиниваний и расщеплений изменяется от нерабочей до 20 м (наиболее характерная 2—3 м). Угленосные отложения слагают брахисинклинали, изометричные и плоские с углами падения на крыльях от 2—6° (Черногорское м-ние) до 15—17° (Изыхское м-ние) или вытянутые асимметричные, с более пологим сев. (5—15°) и крутым юж. (25—80°) крыльями (Бейское и Аскизское м-ния); в донных частях складок залегание полого-волнистое, осложненное редкими разрывными нарушениями.

ТАБЛИЦА 51  
РАЗВЕДАННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГОРЛОВСКОГО БАСЕЙНА

Месторождение	Размеры		Глубина подсчета разведанных запасов, м	Число рабочих пластов	Мощность пластов*, м		Запасы атрацита, млн т	
	Площадь, км²	Длина по простиранию, км			Главного	Двойного I—II	разведанные	предварительно оцененные
Листвянское	3,2	4,0	320	18	1,3—15,2 6,3	1,7—10,0 4,8	68,5	49,6
Горловское	0,7	1,3	200	10	3,8—45,5 17,5	12,1—16,7 15,4	30,4	29,0
Ургунское	2,1	2,1	190	20	0,23—8,1 2,8	0,3—28,5 15,3	20,0	27,7
Кольванское: участок Северный	2,4	2,0	210	9	3,7—52,0 14,0	7,6—52,9 26,0	88,1	8,7
участок Крутихинский	4,4	2,0	320	22	2,4—34,4 14,2	8,2—47,5 21,6	75,0	19,1

\* В числителе— пределы колебаний, в знаменателе — средняя.

ТАБЛИЦА 52  
РАЗВЕДАННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИНУСИНСКОГО БАСЕЙНА

Месторождение	Площадь, км²	Сохраняющаяся площадь угленосной формации, м	Число пластов		Мощность рабочих пластов		Разведанные запасы угля, млн т	Из них пригодных для открытой разработки
			общее, до	рабочих, до	преобладающая	максимальная		
Черногорское	250	630	40	10	0,8—3,5	6—9	1674	431
Изыхское	415	1800	80	40	0,8—3,7	6—14	530	530
Аскизское	15	620	46	26	0,8—3,5	4—6	115	—
Бейское:	190	1400	56	32	1,5—3,0	15—19	2648	2328
участок Чалпан	16	470	12	17	1,3—5,5	15	521	521

Угли каменные, марок Д и Г, используются как энергетическое топливо. Средние показатели качества углей:  $W_r$  14%,  $A^d$  20%,  $S_t^d$  0,6%,  $V_{daf}$  37—42%,  $Q_{s,daf}$  31,  $Q_{i,r}$  20—24 МДж/кг.

Гидрогеологические условия сложные на участках развития галечников в надпойменных отложениях рек Енисей и Абакан, относительно простые на остальной площади — притоки воды в горные выработки 40—270 м³/ч. Шахты работают в зоне га-

зового выветривания, в некоторых выработках установлен метан.

Разведанные запасы угля бассейна 5 млрд т, предварительно оцененные 0,4 млрд т. Значительная часть запасов Черногорского, Изыхского и Бейского м-ний может быть отработана открытым способом.

#### Улугхемский бассейн

Бассейн расположен в Тувинской АССР. Он находится в районе слияния рек Большого Енисея (Бий-Хем) и Малого Енисея (Ка-Хем). На территории бассейна расположен г. Кызыл— адм. центр Тувинской АССР. Наличие углей в бассейне известно с 1888 г. В 1914 г. производилась добыча их мелкими шахтами. Разведан в 1947—1955 гг. Бассейн приурочен к крупному прогибу в палеозойских породах, выполненному юрскими угленосными осадками мощностью до 1500 м, расчлененными на свиты (снизу вверх): элегестскую (около 100 м), эрбекскую (300—585 м), салдамскую (около 750 м) и бомскую (около 320 м). В трех нижних свитах содержится до 55 угольных пластов и прослоев, из них до 5 с мощностью более 0,6 м. Наибольшее промышленное значение имеет повсеместно прослеженный по периферии бассейна пл. Улуг в низах эрбекской свиты, мощность которого на отдельных м-ниях достигает 8—12 м, уменьшаясь в сев.-зап. и юго-вост. р-нах и центральной части бассейна до 0,7—0,9 м. В междуречье Большого и Малого Енисея пл. Улуг на выходах выгорел до отм. 700 м. Мощности остальных вышележащих пластов в среднем 0,8—2,7 м.

Основная брахисинклинальная структура бассейна (Кызыльско-Эрбекская мульда) площадью более 1800 км² осложнена вторичными различно ориентированными складками, представленными узкими, сжатыми линейными структурами с углами падения на крыльях антиклиналей 20—85° либо широкими плоскородными мульдами. Структурные особенности залегания продуктивных отложений положены в основу выделения на крыльях мульды самостоятельных (обособленных) м-ний: Каахемского, Меджигейского, Элегестского и Эрбекского и др. (табл. 53). Разрабатывается Каахемское м-ние, угли используются как топливо для местных нужд. Разработка ведется карьером. Производится доразведка Элегестского и Меджигейского м-ний для организации открытой добычи угля вне зоны выгорания пл. Улуг. Масштаб угледобычи на Эрбекском м-нии ограничен вследствие крутого залегания пластов.

Угли каменные, марки Ж.  $W_r$  5—7%,  $A^d$  9—12%  $S_t^d$  0,5%,  $V_{daf}$  35%,  $Q_{s,daf}$  36,63,  $Q_{i,r}$  29,63 МДж/кг. До глубины 100 м от поверхности угли окислены.

ТАБЛИЦА 53  
РАЗВЕДАННЫЕ УГОЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТУВЫ

Месторождение	Площадь, км <sup>2</sup>	Мощность пласта <sup>а</sup> , м	Углы падения пород, град.	Марка угля	Разведанные запасы угля, млн т	Добыча угля, тыс. т
<i>Улугхемский бассейн. Пласт Улуг</i>						
Меджигейское	114	$\frac{2,8-5,1}{4}$	От 7—12 до 25—60	Ж	213	—
Каахемское	40	$\frac{2-11,6}{6,2}$	6—8	Г	300	797
Эрбекское	15	$\frac{2,7-9,0}{5,3}$	14—75	Ж	97	—
Элегестское	20	6,0—8,4	15	Ж	38	—
<i>Прочие месторождения. Пласт Чаданский</i>						
Чаданское	7	$\frac{3,2-16,1}{9,9}$	От 2—5 (сев. крыло) до 12—17 (юж. крыло)	Ж	11	234
Чангыз-Хадынское (Южный участок)	36	$\frac{1-34}{15-20}$	8—14 на крыльях, 2—6 в донной части	Г	37	—

<sup>а</sup> В числителе — пределы колебаний, в знаменателе — преобладающая.

Разведанные запасы угля бассейна 648 млн т.

За границами Улугхемского бассейна на территории Тувинской АССР выявлены обособленные м-ния, связанные с развитием юрского углеобразования в наложенных мульдах на палеозойском основании. Из выявленных м-ний вблизи пас. Чадан разрабатывается Чаданское, подготовлено к освоению смежное с ним Чангыз-Хадынское. На Актальском, Инитальском и др. выполнены в небольшом объеме поисковые работы.

На Чаданском и Чангыз-Хадынском месторождениях юрские угленосные отложения, идентифицированные с эрбекской свитой Улугхемского бассейна, слагают узкую (4 км) брахисинклиналь, окаймляющую с В выступ палеозойского фундамента. Углы падения пород на крыльях складки 8—17°, в донной части субгоризонтальное полого-волнистое, нарушенное сбросами. Основной пласт Чаданский (идентифицированный с пл. Улуг) имеет сложное строение и изменчивую мощность (см. табл. 53). Пригоден для разработки открытым способом. Угли марок Г и Ж. Основные показатели их качества:  $W^r$  5—7%,  $A^d$  9—13%,  $S_i^d$  0,5%,  $V^{daf}$  46% (марка Г), 26—35% (марка Ж),  $Q_s^{daf}$  углей марки Г—33, марки Ж—36  $Q_i^r$  ответст-

венно 26 и 29 МДж/кг. Добываемые угли используются как энергетическое топливо.

Неокисленные угли Улугхемского бассейна и других известных месторождений Тувинской АССР — ценное металлургическое сырье. Но использование их в этом направлении сдерживается удаленностью района от ж.-д. магистралей.

#### Канско-Ачинский бассейн

Большая часть бассейна находится в Красноярском крае, крайняя западная (Урюпо-Кийский угленосный р-н) — в Кемеровской, крайняя восточная (Пойменно-Черемышанский угленосный р-н) в Иркутской обл. РСФСР. Территория его пересекается ж.-д. магистралями: Транссибирской, Абакан — Ачинск — Маклаково и Абакан — Тайшет. В центре бассейна расположен г. Красноярск. Общая площадь бассейна 50 тыс. км<sup>2</sup>.

Угли на территории бассейна известны с XVIII в., полукустарная добыча осуществлялась в 1905—1917 гг. и в более позднее время. Планомерное изучение и освоение бассейна начато в 30-х годах настоящего столетия.

Енисейским краем и отрогами Вост. Саяна территория бассейна разделена на почти равновеликие части: зап. — Чулымо-Енисейскую и вост. — Капскую (рис. 25). В Чулымо-Енисейской части юрские угленосные отложения выполняют крупные разобщенные предгорные и межгорные впадины в палеозойских породах, обрамленные с Ю и В отрогами горных сооружений Кузнецкого Алатау, Восточного Саяна и Енисейского кряжа,

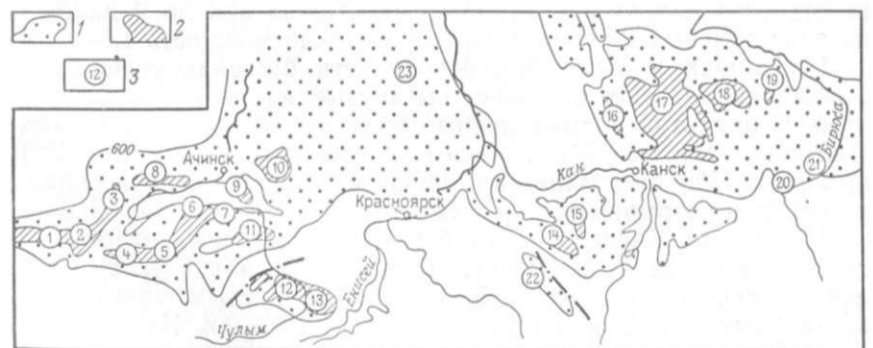


Рис. 25. Канско-Ачинский бассейн:

Площади распространения: 1 — юрской угленосной формации; 2 — мощных пластов угля; 3 — основные месторождения (цифры в кружках): 1 — Тисульское, 2 — Барандатское, 3 — Итатское, 4 — Урюпское, 5 — Березовское, 6 — Алтатское, 7 — Назаровское, 8 — Боготольское, 9 — Ачинское, 10 — Боровско-Соболевское, 11 — Серезское, 12 — Большесырское, 13 — Балахтинское, 14 — Переяславское, 15 — Ирша-Боролянское, 16 — Курышское, 17 — Абанское, 18 — Долгомостовское, 19 — Пойменское, 20 — Урало-Ключевское, 21 — Конторское, 22 — Саяно-Партизанское, 23 — Казанское

на СЗ они погружаются под более молодые образования Западно-Сибирской платформы. Капская часть бассейна приурочена к обособленным крупным прогибам, осложнившим юго-зап. окраину Сибирской платформы.

Общая мощность юрских отложений 200 м (Абанская впадина)—965 м (Балахтинская впадина). В Чулымо-Енисейской части бассейна в разрезе продуктивных юрских отложений выделены свиты: нижнеюрская — макаровская (50—100 м) и среднеюрская — итатская (350—780 м), в Канской нижнеюрская — переяславская (75—200 м) и среднеюрские — камалинская (210—445 м) и бородинская (до 170 м). В верхних горизонтах итатской свиты в крупных отрицательных структурах — Итатской, Барандатской, Урюпской, Березовской и в верхах бородинской свиты в Бородинской мульде залегает уникальный по мощности (в среднем 25—60 м) пл. Мощный (Итатский, Березовский, Бородинский) (табл. 54). Выше и ниже этого пласта залегают сближенные с ним менее мощные пласты, например Профильный (3 м), Рыбинский (7 м), Гусевский (1,3 м), Подбородинский (1,1 м) и Новый (1,5 м) на Ирша-Бородинском м-нии.

Относительно высокой угленосностью характеризуются верхние горизонты камалинской свиты. В Назаровской мульде в них содержится до 10 рабочих пластов, из них верхний Мощный пласт имеет среднюю мощность 13 м, в Абанской мульде два пласта: Верхний (23 м) и Нижний (7—10 м). Угленосность нижнеюрских отложений низкая. Наиболее изучена она в обособленной Саяно-Партизанской синклинали в структуре. В переяславской свите содержится до 15 угольных пластов сложного строения и невыдержанной мощности; из них до 9 пластов на значительных площадях имеют среднюю мощность 1,5—2 м.

На м-ниях Чулымо-Енисейской части бассейна угленосные отложения слагают широкие, вытянутые вдоль окаймляющих мульды поднятий асимметричные брахисинклинали с пологими юж. и юго-зап. (2—5°) и более крутыми сев-зап. (30—50°) крыльями. Местами залегание пород осложнено мелкой складчатостью и разрывными нарушениями.

На м-ниях Канской части бассейна угленосные отложения слагают пологие изометричные брахисинклинали с углами падения пород на крыльях 2—5° и полого-волнистым, почти горизонтальным залеганием в донных частях складок. На разрабатываемых м-ниях горными выработками вскрыты малоамплитудные разрывные нарушения.

На пологих крыльях структур основных м-ний, наиболее благоприятных для строительства крупных углеразрезов, пл. Мощный характеризуется простым строением, в периферических частях м-ний он расслаивается. На выходах (до 20 км по простиранию и до глуб. 20—40 м от поверхности) угли пл. Мощ-

ТАБЛИЦА 54  
ОСНОВНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАНСКО-АЧИНСКОГО БАССЕЙНА

Месторождение	Площадь, км²	Пласт Мощный		Технологическая группа	Средние показатели качества			Разведанные запасы угля, млрд т	Добыча угля, млн т
		мощность, м	глубина залегания, м		W <sub>f</sub> , %	A <sup>d</sup> , %	Q <sub>f</sub> , МДж/кг		
Чулымо-Енисейская часть бассейна									
Итатское	650	$\frac{5-84}{44}$	10—400	1Б	40	12	12,81	12,7	0,036
Боготольское	115	$\frac{3-56}{33}$	10—200	1Б	44	12	11,80	4,6	—
Барандатское	250	$\frac{39-94}{65}$	10—350	2Б	37	7	14,82	14,4	—
Урюпское	200	$\frac{14-88}{58}$	10—70	2Б	33	7	16,66	7,7	—
Березовское	1030	$\frac{15-70}{50}$	10—545	2Б	33	7	16,66	16,7	7,7
Назаровское	400	$\frac{10-23}{13}$	3—83	2Б	39	12	13,02	1,9	9,7
Большесырское	8	$\frac{2-36}{18}$	30—200	3Б	24	8	19,05	0,2	0,35
Канская часть бассейна									
Ирша-Бородинское	180	$\frac{17-53}{29}$	10—100	2Б	33	9	16,66	3,2	19,1
Абанское	2200	$\frac{3-27}{23}$	2—95	2Б	33	12	14,73	16,8	0,2
Переяславское	9	$\frac{2-18}{9}$	5—100	2Б	33	12	15,0	1,0	0,03

В числителе — пределы колебаний, в знаменателе — средняя.

ного уничтожены древними пожарами и подверглись окислению (см. рис. 19,а).

Угли в основном бурые — малозольные и малосернистые. Из-за высокой влажности они нетранспортабельны, брикетируются плохо. Каменные угли распространены только на Саяно-Партизанском м-нии.

Гидрогеологические условия освоения бурого углей м-ний сложные, поверхность их заболочена и пересекается водотоками, что определяет необходимость предварительного осушения. В юрских отложениях содержатся напорные взаимосвязанные

водоносные горизонты, повышено водообильны «горельники». Расчетные водопритоки в разрезные траншеи оцениваются в 1000—2500 м<sup>3</sup>/ч, в разрезы от 2000 до 6000 м<sup>3</sup>/ч с увеличением за счет ливневых осадков. В породах вскрыши содержатся линзовидные включения окремненных песчаников, осложняющих вскрытие угольных пластов.

Саяно-Партизанское месторождение, связанное с обособленной синклиальной структурой, расположено в горном районе. От ж. д. (ст. Уяр) удалено на 70 км. Юрские угленосные отложения слагают узкую синклиналь с пологим (5—12°) юго-западным и крутым (30—90°) северо-восточным крыльями. В них вскрыто 9 пластов угля средней мощностью 1,5—2,0 м. Угли каменные, марки Г, среднезольные ( $A^d$  13—16%) и малосернистые (до 1,5%) слабо спекающиеся. Разработка месторождения возможна только подземным способом.

Разведанные запасы бурого угля в бассейне 83,1, предварительно оцененные 32,7 млрд т; из них 98% пригодно для отработки открытым способом. Разведанные запасы каменного угля (Саяно-Партизанского м-ния) 1,27, предварительно оцененные 0,3 млрд т.

В настоящее время разрабатываются 8 месторождений: Назаровское, Ирша-Бородинское и Березовское крупными разрезами Минуглепрома СССР. Итатское, Большесырское, Абанское и Переяславское мелкими разрезами Минтоппрома РСФСР и Тисульское — МЦМ СССР. В 1987 г. добыто 47,3 млн т угля.

С учетом благоприятных природных и геологических условий и огромных ресурсов угля на базе бассейна создается крупный топливно-промышленный комплекс (КАТЭК). В перспективе угли бассейна рассматриваются как сырьевая база для производства облагороженного твердого и жидкого синтетического топлива, газа и ценных химических продуктов.

#### Иркутский бассейн

Бассейн находится в Иркутской обл. РСФСР. Он приурочен к Присаянскому прогибу в южной периферийной части Ангарской синеклизы Сибирской платформы. Бассейн протягивается на 500 км с СЗ на ЮВ вдоль горных сооружений Вост. Саяна, от г. Нижнеудинска до оз. Байкал; ширина его 50—100 км (рис.26). Угли в бассейне известны с конца XVIII в., разрабатываются (Черемховские копи) с 1896 г.

Площадь бассейна на СЗ и СВ ограничивается выходами пологозалегающих (45°) юрских продуктивных отложений, перекрывающих породы докембрия и палеозоя. Продольными и поперечными поднятиями (валами) она расчленяется на обособленные широкие пологие впадины. В юго-зап. и юго-вост. предгорных частях бассейна юрские отложения залегают в глу-

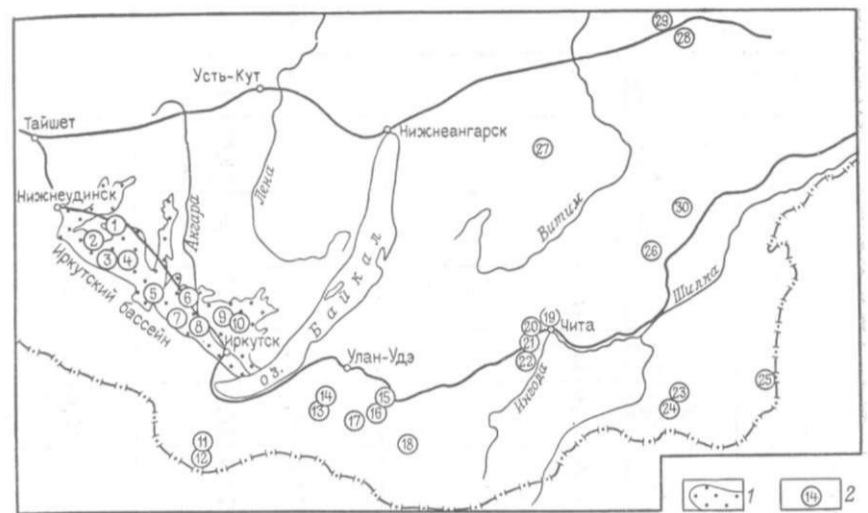


Рис. 26. Иркутский бассейн и месторождения Забайкалья:

1 — площадь распространения юрской угленосной формации в Иркутском бассейне; 2 — месторождения (цифры в кружках): 1 — Азейское, 2 — Мугунское, 3 — Ишидейское, 4 — Каранцайское, 5 — Новометелкинское, 6 — Черемховское, 7 — Вознесенское, 8 — Аранхайское, 9 — Базойское, 10 — Ишинское, 11 — Сянгинское, 12 — Байнгольское, 13 — Гусноозерское, 14 — Загустайское, 15 — Олень-Шибирское, 16 — Никольское, 17 — Эрдем-Галагайское, 18 — Красночуйское, 19 — Черновское, 20 — Татауровское, 21 — Иргенское, 22 — Сохондинское, 23 — Харанорское, 24 — Чинданское, 25 — Кутинское, 26 — Букачачинское, 27 — Эландинское, 28 — Читкандинское, 29 — Апсатское, 30 — Нерчуганское

боких вытянутых впадинах или собраны в прерывистые складки сев.-вост. простирания с падением крыльев под углами до 25°.

Мощность юрских отложений нарастает с СВ на ЮВ от 75 до 750 м. Они подразделяются на заларинскую безугольную, черемховскую ( $J_1$ ) присаянскую ( $J_2$ ) угленосные свиты. Угленосность присаянской свиты непромышленная. В черемховской свите мощностью 70—100 м на м-ниях, приуроченных к приплатформенным моноклиналям и пологим впадинам в сев.-вост. и сев.-зап. частях бассейна (Азейское, Мугунское, Черемховское, Ишидейское, Вознесенское и др.) содержатся от 2 до 9 угольных пластов сложного строения и изменчивой мощности от 1 до 10 м (в локальных зонах слияния до 13 м). На месторождениях брахискладчатого строения, развитым в юго-зап. части бассейна (Каранцайском, Новометелкинском), параллельно с увеличением мощности угленосной формации до 300 м возрастает ее угленасыщенность (табл. 55). Так на юж. крыле Новометелкинской брахисинклинали число рабочих угольных пластов достигает 25, из них два представлены мощными залежами (10 и 33 м), которые быстро расслаиваются по падению. В крайней наиболее погруженной юго-вост. части бассейна мощность угленосной формации возрастает до 600 м, число угольных пла-

## ОСНОВНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИРКУТСКОГО БАССЕЙНА

Месторождение	Площадь, км²	Средняя мощность черемховской свиты, м	Число пластов с мощностью > 1 м	Основные рабочие пласты			Марочный состав углей	Средние показатели качества угля						Разведанные запасы угля, млн т	Добыча угля, млн т
				Индекс	Мощность*	Глубина залегания, м		W <sub>f</sub> , %	A <sup>d</sup> , %	S <sub>f</sub> <sup>d</sup> , %	V <sup>daf</sup> , %	Q <sub>s</sub> <sup>daf</sup> , МДж/кг	Q <sub>i</sub> , МДж/кг		
Черемховское:	380	70	2	Главный	1—12	10—50	Д, Г	13,0	31,0	1,2	47,0	31,82	17,88	207	8,3
Разрезы: Сафронковский и Черемховский	30				3—7										
Вознесенское	78														
Участки: Мотовский	26	360	4	1	0,9—7,6 3,8	6—101	Г	16,0	29,0	1,3	46,0	33,5	23,0	106	—
Вознесенский	52	360	9	1	0,9—12 4,0	6—170	Г	10,0	28,1	1,5	46,0	33,5	24,0	104	—
Ишнейское	470		5	1											
Участки 1—3 (для разреза)	30	70			1,5—21 6,8—10	3—178	Д	13—19	17,0	1,6	45,4	31,3	21,2	471	—
Азейское	200	100	2	Первый	1—8 2—5	3—70	ЗБ	25,0	19,0	0,5	47,0	30,14	16,91	482	17,4
Разрезы: Азейский и Тулунский				Второй	1—13 3—6										
Мугунское	120	150	2	II	1—10 3	14—60	ЗБ	22,0	19,0	1,2	46,0	30,10	17,50	1731	—
				I	1—18 3—5	14—86									
Каранцайское	280	250	До 6	II	1—18 6,6	15—180	Д	12,0	13,0	5,5	48,0	31,40	22,52	3080	—
Детально разведанная часть открытых работ	90													1548	—
Новометелкинское	500	270	До 25	Главный	2—33	15—300	Г, ГЖ	8,0	12,0	5,4	49,0	31,81	25,32	663	—
Детально разведанная часть для открытых работ	20	—	—	Нижний	2—10	—	—	—	—	—	—	—	—	435	—

тов до 65, но рабочего значения достигают лишь единичные. Угленосные отложения собраны в прерывистые нарушенные линейные складки сев.-вост. простирания.

Марочный состав углей изменяется от бурых в сев.-зап. до каменных марок Д, Г в сев.-вост. и центральной и Г, ГЖ в юж. частях бассейна.

Угли гумусовые, частично гумусово-сапропелевые и сапропелевые, среднезольные. Угли Каранцайского и Новометелкинского м-ний характеризуются высоким содержанием органической серы.

Разведанные запасы угля 7,5 млрд т, предварительно оцененные 4,8 млрд т. Разведанные запасы каменных углей составляют 5,2, бурых 2,3, предварительно оцененные, соответственно, 4,3 и 0,5 млрд т.

Разрезами МУП СССР разрабатываются Азейское и Черемховское м-ния, местными потребителями мелкие Ишинское и Базойское. Добыча 26 млн т (17,4 бурых и 8,6 каменных). Добыча ведется открытым способом. Большая часть запасов Черемховского м-ния отработана. Подготовлены для промышленного освоения Вознесенское и Ишидейское м-ния.

#### МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАБАЙКАЛЯ

На обширной территории Бурятии и Читинской обл. РСФСР от оз. Байкал на З до Амурской обл. на В в многочисленных линейно вытянутых впадинах палеозойского складчатого фундамента залегают мезозойские угленосные осадки (см. рис. 26). Размеры впадин от первых десятков квадратных километров до нескольких сотен квадратных километров, глубины от сотен метров до 4 км. Впадины расположены кулисообразно при общем сев.-вост. простирании. В Зап. Забайкалье форма впадин преимущественно грабенообразная с крупными прибортовыми разломами, в Вост. — чаще мульдообразная.

В Сангинской, Тугнуйской, Тарбагатайской впадинах Западного, в Букачачинской — Восточного, Коларской — Северного Забайкалья продуктивны среднеюрские (тугнуйская, букачачинская свиты и их аналоги) и верхнеюрско-нижнемеловые (гусиноозерская серия) отложения. На остальных м-ниях Забайкалья промышленная угленосность связана с гусиноозерской серией (J<sub>3</sub>—K<sub>1</sub>) осадков.

Угленасыщенность продуктивных свит относительно высокая, но неравномерная. Общее число пластов угля изменяется от единиц до 60 (Харанорское м-ние) и ПО (Гусиноозерское), рабочих, соответственно, до 15 и 20, на большинстве других месторождений от 1 до 7—8 (табл. 56). Пласты характеризуются, как правило, сложным и невыдержанным строением, изменчивой мощностью, обусловленной слиянием их на локальных

ТАБЛИЦА 56  
ОСНОВНЫЕ УГОЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАБАЙКАЛЯ (КРОМЕ ГУСИНООЗЕРСКОГО И ХАРАНОРСКОГО)

Месторождение	Площадь, км²	Продуктивная свита		Число рабочих пластов	Мощность рабочих пластов, м	Углы падения, градус	Разведанные запасы угля, млн т	Добыча угля, тыс. т	Марка (группа) угля
		геологический возраст	мощность, м						
<b>Бурятия</b>									
Загустайское	—	J <sub>3</sub>	До 400	16	1 пл. 12,0 ост. 1,2—2,5	8—12	127,3	—	ЗБ
Баянгольское	18	J <sub>3</sub>	До 400	2	2—6	До 40	1,4	Законсервировано в 1970 г.	Д
Сангинское	12	K <sub>1</sub>	150	7	1,5—28 3—7	18—25	15,3	80	ЗБ
Никольское	13	J <sub>3</sub>	120	4	2—50 3—7	0—10 (до 25)	327,3	—	Д
Хараузское (Олонь-Шибирское) Участок Западный	1,8	J <sub>3</sub>	До 100	1	2—17 6	5—10	13	—	Д
Эрдэм-Галгатайское	40	J <sub>3</sub>	До 200	3	0,6—27 1,7—3,2	6—8	652,7	—	Д
Эландинское	4,5	J <sub>3</sub> —K <sub>1</sub>	До 200	1	5—20 10	3—30	13,9	—	ЗБ
<b>Читинская область</b>									
Хараузское (Олонь-Шибирское) Участки: Центральный	13,8	J <sub>3</sub>	До 260	7	2—45 4—19	2—20	240	—	Д
Южный	1,9	J <sub>3</sub>	До 100	1	2—17 8	4—6	11	—	Д
Букачачинское	50	J <sub>3</sub>	До 1000	3	0,7—8,5	15—45	14,3	396	Д, Г
Черновское	32	J <sub>3</sub> —K <sub>1</sub>	До 190	До 7	0,7—10 1,5—2,0 (до 8)	2—15	4	Законсервировано	ЗБ
Татауровское	70	K <sub>1</sub>	До 230	3	1,5—20 3—9	0—8	505,2	1319	ЗБ

Продолжение табл. 56

Месторождение	Площадь, км <sup>2</sup>	Продуктивная свита		Число рабочих пластов	Мощность рабочих пластов*, м	Углы падения, градус	Разведанные запасы угля, млн т	Добыча угля, тыс. т	Марка (группа) угля
		геологический возраст	мощность, м						
Чиндантское	8	»	До 240	4	1,0—18 1,5—2,0 (до 11)	2—17	86,7	—	1Б
Иргенское	»	»	До 180	До 8	0,7—9,4 2—4,6	2—12	41	—	3Б
Сохондинское	6	»	До 100	До 8	0,7—17,6 1 (до 5,8)	2—12	44,1	—	3Б
Кутинское	15	»	До 360	До 6	2—20 2—8 (до 12)	4—50	85,3	—	2Б
Читкандинское	148	»	До 100	2	1—12 2—4,5	12—25	12,5	—	Д Г
Уртуйское	6	»	80—160	1	3,7—62,2 25,1	0—30	125,6	—	3Б

\* В числителе — пределы колебания, в знаменателе — преобладающая.

участках в мощные залежи и последующим расщеплением в направлениях к бортам впадин и на глубину.

В пределах впадин мезозойские отложения слагают пологие брахисинклинальные складки с полого-волнистым, почти горизонтальным, залеганием в донных частях и наклонным (2—15°, редко 30—40°) на крыльях. Вблизи прибортовых разломов проявляются дополнительная складчатость и разрывные нарушения, создающие блоковую структуру толщи продуктивных осадков. Марочный состав углей изменяется от бурых, преимущественно технологических групп 2Б и 3Б до каменных, марки Д (Г на Букачачинском и Читкандинском м-ниях). Зольность углей изменяется в пределах 15—25%,  $S_t^d$  0,3—1,5%, теплота сгорания (МДж/кг):  $Q_s^{daf}$  27,6—29,9 (2Б и 3Б); 31,1—33,» (Д и Г),  $Q_i^r$  12,0—15,8 (2Б), 13,5—18,4 (3Б), 18,0—25,0 (Д и Г).

Угли в р-не обнаружены в конце XIX в. На м-ниях, прилегающих к Транссибирской магистрали (Арбагарском, Тарбагатайском, Черновском, Харанорском, Букачачинском), в 1902—1910 гг. начата добыча угля. Плановыми геол. исследованиями, проводившимися с 1931 г. выявлены многочисленные

м-ния, значительная часть которых пригодна для отработки открытым способом.

Запасы углей на Баянгольском, Черновском, Арбагаро-Холбонском, Букачачинском, Тарбагатайском м-ниях в значительной части отработаны. В настоящее время разработка углей ведется на Гусиноозерском, Сангинском, Букачачинском, Татауровском и Харанорском м-ниях, строится крупный разрез на Олень-Шибирском м-нии.

Наибольшее промышленное значение по количеству разведанных запасов и добыче угля имеют: в Бурятской АССР — Гусиноозерское, в Читинской обл. — Харанорское месторождения. С 1985 г. проводятся геологоразведочные работы на вновь выявленном крупном Апасатском м-нии каменного угля на крайнем севере Читинской обл.

Гусиноозерское м-ние находится в 70 км к ЮЗ от г. Улан-Удэ, с которым связано ж.-д. магистралью Улан-Удэ — Улан-Батор. Открыто в 1778 г., разрабатывается с 1936 г. Площадь м-ния около 500 км<sup>2</sup>.

В гусиноозерской свите верхнеюрско-нижнемелового возраста мощностью до 2300 м содержится до 110 угольных пластов и прослоев, из них до 70 имеют рабочее значение. Угленосные отложения залегают моноклиально с падением на В—ЮВ под углами 10—12° на СЗ—З; в вост. и юго-вост. частях залегание пород осложнено вторичной складчатостью (Северная и Хольбоджинская синклинали, разделенные Баин-Зурхенской антиклиналью) и многочисленными разрывными нарушениями, наиболее крупные из которых срезают юго-вост. крылья складок. На С месторождение ограничено Загустайской антиклиналью, отделяющей его от Загустайского месторождения, приуроченного к одноименной синклинали.

Гусиноозерская свита подразделена на три подсвиты (снизу вверх): селенгинскую, повсеместно распространенную, баин-зурхенскую и хольбоджинскую; последняя сохранилась от эрозии только на Хольбоджинском участке в юго-вост. части месторождения. В селенгинской подсвите содержится 22 рабочих пласта, средняя группа пластов (№ 11—25) средней мощностью 1,3—2,0 м и разрабатывается на Сев. участке шахтой. В хольбоджинской подсвите содержится до 33 пластов, запасы наиболее мощных из них (IV, V, VI, VII, IX средней мощностью 4—10 м III — до 60 м) отрабатываются разрезом. Остальные пласты имеют линзовидную форму и невыдержанную мощность. Угли бурые, технол. гр. 3Б.  $W^r$  23—26%,  $A^d$  16—27%,  $S_t^d$  0,4—0,7%.  $Q_s^{daf}$  28,0—29,3,  $Q_i^r$  16,1—17,6 МДж/кг. Разведанные запасы угля 454,4 млн т, предварительно оцененные — 273 млн т. В 1987 г. добыто 3228 тыс. т, из них 283 — открытым способом. Основные потребители угля — Гусиноозерская и Улануденская ТЭЦ.

Харанорское м-ние находится в 260 км к ЮЗ от г. Читы; и в 15 км от районного центра г. Борзя. Открыто в 1895 г., разведано в 1938—1960 гг. Разрабатывалось в 1908—1929 гг. мелкими шахтами, в 1942—1956 гг. шахтой и небольшим разрезом, с 1967 г. крупным разрезом.

Нижнемеловые угленосные отложения выполняют крупную вытянутую в субмеридиональном направлении мульду, площадью около 100 км<sup>2</sup>. В верхней части разреза продуктивной (кутинской) свиты мощностью около 1000 м выделен горизонт мощных угольных пластов, перекрытый четвертичными образованиями мощностью 1,5—52 м, в котором заключено до 20 угольных пластов. Основной объект разработки — пл. Новый I. В сев. части м-ния мощность его достигает 49 м, в юго-вост. он расщепляется на пласты — Новый I—а мощн. 13,3 м и Новый I—б мощн. 7,5 м. Выше пл. Нового I залегает пласт Новый II (8,3 м), ниже — пласты I (11—18 м) и II (4 м). Мощности остальных пластов не превышают 1 м. Угленосные отложения слагают пологую брахисинклиналь, осложненную по периферии мелкими вторичными мульдами, а в основной центральной части — крупными разрывными нарушениями с амплитудами 20—280 м. Залегание пород в центр, части месторождения полого-волнистое, почти горизонтальное, на крыльях мульды и вблизи разрывов под углами 7—9° (редко 30—35°).

Угли бурые, технол. гр. 1Б и 2Б.  $W^r$  39—40%,  $A^d$  18,5%,  $S_i^d$  0,5%, теплота сгорания:  $Q_{s,daf}$  27,7,  $Q_i^r$  12,0 МДж/кг.

Разведанные запасы угля 948,6 млн т. В 1987 г. добыто 8,5 млн т. Основные потребители угля: Читинская ГРЭС, Шерловская и Приаргунская ТЭС.

Апсатское м-ние находится в 40 км к С от ст. Новая Чара БАМ. Район м-ния высокогорный, абс. отм. 1000—2000 м. относительные перепады отметок дневной поверхности до 700 м.

По данным поисково-оценочных работ (1961—1987 гг.) м-ние представляет собой крупную плоскодонную грабен-синклиналь площ. около 100 км<sup>2</sup> ограниченную разломами и выполненную комплексом верхнеюрских и нижнемеловых осадочных отложений. В разрезе мезозоя вскрыто два угленосных горизонта. В верхнем мощн. 40—60 м содержится 6 пластов угля, из них три рабочего значения (1,2—4,2 м), на отдельных участках до 8 м. В нижнем (основном) продуктивном горизонте мощн. 190—320 м вскрыто до 40 пластов, из них от 5 до 17 (на различных участках) имеют мощность от 12 до 26 м, в среднем 13—9 м. Угли каменные, марок Ж, К, ОС.  $A^d$  14—21%,  $S_i^d$  0,3—0,6%,  $V_{daf}$  до 27—30%, хорошо спекающиеся, но труднообогатимые. В юго-вост. и вост. частях месторождения при крутом (почти до вертикального) залегания угольные пласты выходят на дневную поверхность и могут быть частично отработаны открытым или штольневым способами. Запасы угля на предварительно

разведанном юго-вост. участке оцениваются в 240 млн т. В центральной части м-ния глубина залегания нижнего горизонта достигает несколько сотен метров от дневной поверхности.

#### Тунгусский бассейн

Один из крупнейших, но слабо исследованных бассейнов СССР. Находится он, в основном, на территории Красноярского края (90% площади), частично — Якутской АССР и Иркутской обл. РСФСР. В него включена обширная площадь (около 1 млн км<sup>2</sup>) развития верхнепалеозойских угленосных отложений на зап. половине Сибирской платформы в междуречье Енисея и Лены, ограниченная на С р. Хатангой и на Ю Транссибирской ж.-д. магистралью.

Угли в бассейне известны со второй половины XIX г. В Норильском р-не и на разобренных площадях, тяготеющих к обжитым р-нам Красноярского края и Иркутской обл., проводились геологоразведочные работы. В Норильском р-не площадью около 60 тыс. км<sup>2</sup> разведаны м-ния: Норильское I (г. Шмидта и г. Надежда), Кайерканское, Имангдинское и Далдыканское с разведанными (1383) и предварительно оцененными (745) млн т запасами угля. В Арктической части (в нижнем течении р. Котуй) — разведано Каякское, в нижней части (Ангаро-Тасеевский р-н) — Кокуйское, Жеронское и другие небольшие месторождения.

Угленосность бассейна связана частично с континентальными отложениями средне-позднекаменноугольного возраста мощностью 100—300 м, а в основном с пермскими отложениями, мощность которых (в различных р-нах) 200—1500 м. Угленосные отложения перекрываются в сев. и центральной частях бассейна туфогенными и лавовыми толщами триаса мощностью от 150 до 3000 м, а на ограниченных участках (преимущественно на водоразделах) — континентальными отложениями юры, мела и палеогена, в которых содержатся линзовидные пласты угля и лигнитов. По зап., юж. и вост. окраинам бассейна породы угленосной формации и подстилающих ее образований выходят на поверхность. Согласно унифицированной стратиграфической схеме отложения пермокарбона подразделены на пять свит: тушаминскую ( $C_1$ ), катскую ( $C_{2+3}$ ), бургу克林скую ( $P_1$ ), пелятинскую ( $P_2^1$ ) и дегалинскую ( $P_2^2$ ). Мощности свит, их угленасыщенность в различных частях бассейна подвержены значительным колебаниям. В верхних горизонтах катской свиты вскрыты единичные мощные (до 6,5 м) пласты угля. Наиболее высокой угленасыщенностью характеризуется бургу克林ская свита, в которой в южной части бассейна (Кокуйское м-ние) вскрыто до 44, в северной (Норильский р-н) до 16 угольных

пластов и прослоев. Мощность единичных пластов достигает нескольких метров и десятков метров.

На территории бассейна выделены крупные структурные элементы: Норильская мульда, Тунгусская синеклиза, Канско-Тасеевская, Мурская впадины, разобщенные пологими поднятиями. Эти структуры осложнены в северной и центральной частях бассейна пологими синклиналими, куполами, в южной — асимметричной брахискладчатостью. Широко развиты сбросы, до которых в раннемезозойское время в угленосную толщу внедрились изверженные породы. Пологозалегающие многоярусные силлы, секущие штоки и дайки изверженных пород пронизывают продуктивные отложения, в ряде случаев ассимилируя угольные пласты. Изверженные породы составляют 10—75% (в среднем 40%) разреза угленосной формации.

Угли гумусовые в основном кларено-дюреновые, низко- и среднезольные ( $A^d$  9—25%) и малосернистые ( $S_t^d$  0,2—1%). Тепловое воздействие интрузий привело к резкой и незначительной изменчивости выхода летучих веществ и элементного состава и соответственно марочного состава углей в диапазоне от бурых до антрацитов и графитов.

Большая часть территории бассейна характеризуется труднодоступными и сложными природными условиями.

Кустарная разработка углей спорадически проводилась в дореволюционное время, планомерная (в Норильском районе) — с 1935 г. В настоящее время разрабатываются Кайерканское (разрезом) и Каякское (шахтой) м-ния, добыча угля по которым в 1987 г. составила соответственно 345 и 69 тыс. т. Угли используются как энергетическое топливо.

На детально разведанном Кокуйском м-нии (юж. часть бассейна) в брахисинклипальной складке сев.-зап. простирания длиной 30 км и шириной 5—8 км с углами падения пород на крыльях 20—30°, в верхней части продуктивной толщи на глуб. 3—125 м залегают мощный (60—70 м) пласт каменного угля, пригодный для отработки открытым способом. Угли марок Д и Г, разведанные запасы 342, предварительно оцененные 16 млн т.

На Жеронском м-нии (в 40 км от г. Усть-Илимск) разведаны два участка Жеронский (площадью 41 км<sup>2</sup>) и Вереинский (8,6 км<sup>2</sup>). Оно приурочено к пологой Карадимской впадине (углы падения пород до 5°). Вскрыто 4 пласта угля, невыдержанные по мощности и строению. Средняя их мощность 3,4—5,4 м (максимальная 7 и 16 м). Глубина залегания (наибольшая) на Жеронском участке 160 м, на Вереинском — до 40 м. Угли каменные, марок Д и СС.  $A^d$  17% (с учетом засорения породой 25%),  $S_t^d$  0,4%,  $V^{daf}$  28—39%,  $Q_s^{daf}$  31—34,  $Q_f^r$  18—20 МДж/кг. Разведанные запасы угля 176,8 млн т,

предварительно оцененные 32 млн т. Рассматриваются как сырьевая база ТЭЦ Братского р-на.

Учтенные Государственным балансом разведанные — 1882 млн т и предварительно оцененные 3118 млн т запасы угля бассейна на указанных выше и более мелких (Ногинское, Подкаменно-Тунгусское) месторождениях не отражают перспектив этого уникального узла углеобразования.

#### Таймырский бассейн

Крупный, но слабо исследованный Таймырский бассейн расположен на крайнем севере Красноярского края. Он занимает центральную часть п-ова Таймыр. Угленосные отложения пермского возраста протягиваются полосой до 1000 км шириной 50—150 км от Енисейского залива до побережья моря Лаптевых, занимая площадь около 80 тыс. км<sup>2</sup>. Диагональным поднятием — Тарейским валом они разобщены на две крупные угл. пл.: Западно-Таймырскую и Восточно-Таймырскую.

Бассейн приурочен к складчатой зоне, ограниченной на С выходами докембрийских образований, на Ю сев. бортом Енисей-Хатангского мезо-кайнозойского прогиба. Пермские осадочные отложения слагают субширотно вытянутые корытообразные синклинали и брахисинклинали, разделенные гребневидными антиклиналями и системами разрывных нарушений. Юж. крылья синклиналиных складок пологие (20—30°), сев. более крутые (50—65°), нарушенные взбросами и надвигами. В зап. части Западно-Таймырской площади основная промышленная угленосность связана с убойнинской свитой нижней перми мощностью 1000 м, в которой вскрыто до 10 рабочих пластов угля мощностью 1—6 м; степень угленасыщенности свиты снижается в вост. направлении. В центральной части площади в крестьянской и макаревичско-бражниковской свитах верхней перми суммарной мощностью 1000—2000 м вскрыто соответственно 5 и 8 рабочих пластов угля сложного строения мощностью

На Восточно-Таймырской площади промышленная угленосность установлена в верхних горизонтах верхней перми. В пределах Сырадасойской площади верхнепермские угленосные отложения слагают линейную вытянутую на 40 км в субширотном направлении горст-антиклиналь шириной около 8 км. При поисках вскрыто до 14 пластов мощностью более 0,7 м. Наблюдаются тектонические пережимы и раздувы пластов. Угленосные отложения на значительных площадях перекрыты эффузивно-туфовыми покровами пермо-триаса мощностью от 500 м (на 3) до 2400 м в центральной части бассейна и пронизаны многочисленными силлами и дайками траппов и интрузивных пород.

ч • г

Угли каменные, кларено-дюреновые и дюрено-клареновые, среднее содержание витринита 63—87%. Зольность углей  $A^d$  8—16%,  $S^d$  до 1% (в среднем 0,2—0,5%),  $Q_s^{daf}$  33,1—35,2 МДж/кг. Марочный состав углей Г—А. Степень метаморфизма повышается со стратиграфической глубиной; предполагается, что в сев.-зап. направлении значительная часть углей относится к коксующимся марок К и Ж с  $V^{daf}$  18—35% и у от 6 до 31 мм. Однако общие закономерности проявления регионального метаморфизма нарушены термальным и контактовым метаморфизмом, обусловленными воздействием трапповых интрузий, что может понизить перспективность бассейна по наличию коксующихся углей.

Угли в бассейне известны с 1843 г. За годы Советской власти проведено геол. картирование его территории. На некоторых м-ниях Зап. (Слободском, Крестьянском, Озерном, Пясинском) и Вост. Таймыра (Угольном, Черноярском и др.) выполнен ограниченный объем поисково-оценочных работ горноразведочными выработками. Запасы угля учтены только по Слободскому, Крестьянскому и Угольному месторождениям — 3,2 млн т по категории  $C_1$  и около 86 млн т по категории  $C_2$ .

#### БАССЕЙНЫ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЯКУТИИ

На территории Якутии известны крупные, но слабо исследованные угольные бассейны — Ленский, Зырянский и Южно-Якутский. В связи со сложными природными условиями, удаленностью от крупных потребителей угля и отсутствием транспортных связей добыча углей в Ленском и Зырянском бассейнах ведется в очень ограниченных масштабах для обеспечения топливом городов, поселков и промышленных предприятий республики, речного флота.

Южно-Якутский бассейн вовлечен в промышленное освоение в связи со строительством Байкало-Амурской магистрали, от которой проведена ж.-д. ветка к наиболее разведанному Алдано-Чульманскому угленосному р-ну этого бассейна. Другие р-ны этого бассейна геол. изучены слабо. Очень слабо исследованы м-ния и углепроявления, выявленные в Зап. Верхоянье.

#### Ленский бассейн

Бассейн занимает огромную площадь (600 тыс. км<sup>2</sup>) на вост. окраине Сибирской платформы, включающей Предтаймырский (на С), Предверхоанский (на В) прогибы и Вилюйскую синеклизу, выполненные юрскими, меловыми и неогеновыми отложениями. Мощность юрских отложений возрастает от нескольких сотен метров в приплатформенных частях бассейна (зап.

часть Вилюйской синеклизы, сев. склоны Алданского щита) до 3 км в Предверхоанском прогибе, нижнемеловых соответственно до 4 км. Верхнемеловые отложения сохранились в центральных частях Хатангской (до 250 м) и Вилюйской (до 1 км), неогеновые отложения (мощностью до 830 м) — в юго-вост. части Вилюйской впадины. В сев. части бассейна (за Полярным кругом) юрские отложения всех отделов, а в южной — нижнего и среднего отделов (за исключением маломощных слабоугленосных горизонтов лейаса и байос — бата в Вилюйской синеклизе) представлены морскими образованиями. Промышленная угленосность в юж. части бассейна связана с верхнеюрскими, нижнемеловыми и неогеновыми, а в сев. части — только с нижнемеловыми отложениями. Единая стратиграфическая схема расчленения мезозойского комплекса осадков для бассейна не разработана; для выделенных крупных угленосных р-нов: Якутского, Средне-Вилюйского, Нижне-Алданского, Сангарского, Жиганского в юж. части бассейна, Булунского, Оленекского и Анабаро-Хатангского в сев. части используются местные стратиграфические подразделения.

Данные об угленосности не полны и разрознены по локальным площадям, на которых проводились поисковые и геологоразведочные работы или бурение опорных скважин с целью изучения нефтегазоносности. В чечумской свите верхней юры мощностью 400—550 м и ее аналогах вскрыто до 30 угольных пластов и прослоев, из них до 10 и более с мощностью более 0,7 м; средняя мощность пластов 1,5—3 м, макс. единичных пластов 9,5 м на Кильдямском и до 30 м на Усть-Мархинском м-ниях. В батылахской свите раннемелового возраста (валанжин — готерив) мощностью 450—2000 м вскрыто до 60 пластов и прослоев угля, из них до 46 мощностью более 0,7 м (до 5 м); средняя мощность рабочих пластов 1—2 м. В хатырыкской свите альбского возраста мощностью 500—900 м в Нижне-Алданском р-не вскрыто до 40 пластов и прослоев, из них 6—11 с мощностью 0,7—5,5 м. В сев. р-нах бассейна в отложениях апт-альбского возраста установлено более 60 невыдержанных пластов, из них около 20 с мощностью на локальных участках 1—5 м (в среднем 2—3 м). В неогеновых отложениях (тандинская свита) мощностью 55—305 м вскрыто 2—20 угольных пластов, из них до 9 мощностью более 1 м (1 пласт мощностью 11,2 м).

В Вилюйской синеклизе (юго-зап. часть бассейна) мезозойские отложения полого (от десятков минут до 1—2°) погружаются в сев.-вост. направлении. В наиболее погруженной ее части геофизическими исследованиями установлены крупные пологие брахиструктуры (Кемпендяйская, Ыгыаттинская и другие впадины, Сунтарское, Средне-Вилюйское, Верхнесинское и другие поднятия; последние ограничены крупными разломами).

Приверхоянский прогиб имеет протяженность 1200 км от низовьев р. Лены до среднего течения р. Алдана. Поперечными поднятиями Китчанским и Атырканским он разделен на три части: Нижне-Алданскую, Ленскую и Лено-Анабарскую. Во внешних зонах прогиба, включающих крылья Алданской и Анабарской антеклиз, залегание мезозойских пород моноклинальное пологое (1—3°), местами нарушенное флексурами и разрывами. Во внутр. зонах развиты участки интенсивного прогибания. Залегание пород на крыльях вторичных структур более крутое (до 20—30°) и нарушенное. Примыкающие к Верхоянскому складчатому сооружению зоны смяты в узкие линейные складки, осложненные дизъюнктивными нарушениями. В Предтаймырском прогибе (Хатангская впадина) залегание угленосных отложений осложнено серией пологих складок и диапировыми структурами соляных куполов.

Марочный состав углей разнообразен. В приплатформенных р-нах (Анабаро-Хатангском, Жиганском, Якутском, Средне-Вилуйском и Нижне-Алданском) угли бурые и частично длиннопламенные, в зонах, тяготеющих к Предтаймырскому и Приверхоянскому прогибам (Оленекский, Булунский, Жиганский, Сангарский и Нижне-Алданский р-ны), каменные, марок Д, Г, Ж и К.

Добыча углей в бассейне ведется с 1928 г. В настоящее время разрабатываются подземным способом — Джебарики-Хайское и Сангарское, открытым способом — Кангаласское, Кировское и Харбалахское, частично Джебарики-Хайское м-ния (табл. 57). Добыча угля 1,86 млн т/год в том числе около 40% открытым способом. Угли используются для нужд речного флота, предприятий г. Якутска и местных потребителей энергетического топлива. Разработка ведется в зоне многолетней мерзлоты. Ученные по известным в бассейне м-ниям разведанные запасы угля 2 млрд т (74% бурых и 19% каменных марки Д), предварительно оцененные 1 млрд т. Из разведанных запасов 75% пригодны для разработки открытым способом.

#### Южно-Якутский бассейн

Бассейн находится на юге Якутии Ж.-д. веткой Тында — Беркакит центральная часть его соединена с Байкало-Амурской магистралью. Занимает юж. часть Алданского нагорья. С севера бассейн ограничен хребтами Зап. Янги и Алданским Учуром, с юга — Становым хребтом. Простирается на 750 км от р. Олекмы на 3 до р. Учур на В, ширина 60—150 км (рис. 27). Объединяет крупные угловатые (в плане) впадины, в архейско-протерозойском фундаменте, разобщенные системой пологих валообразных поднятий и разломов с 3 на В — Усмунокскую, Алдано-Чульманскую, Гонамскую, Токийскую

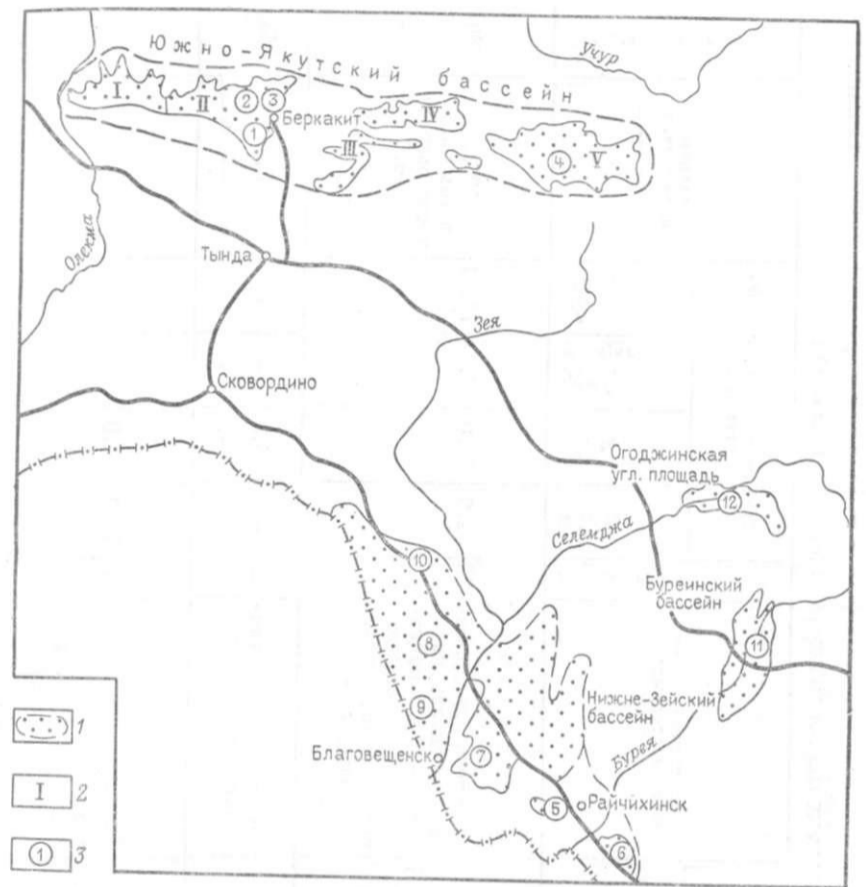


Рис. 27. Южно-Якутский, Нижне-Зейский и Буринский бассейны: 1 — прогнозируемая площадь распространения угленосных формаций; 2 — угленосные районы Южно-Якутского бассейна: I — Усмунокский; II — Алдано-Чульманский; III — Гонамский; IV — Ытымджинский; V — Токийский; 3 — месторождения (цифры в кружках): 1 — Нерюнгринское, 2 — Чульмаканское, 3 — Денисовское, 4 — Эльгинское, 5 — Кивдо-Райчихинское, 6 — Архаро-Богучанское, 7 — Ерковецкое, 8 — Свободное, 9 — Сергеевское, 10 — Тыгдинское, 11 — Ургальское, 12 — Огоджинское

и более мелкие, выполненные осадочными мезозойскими отложениями. Сев. границы распространения мезозоя во впадинах эрозионные юж. — тектонические по крупным субширотным разломам надвигового или взбросового характера. Мощность мезозойских отложений во впадинах возрастает от 400 м на С до 3750—5000 м в зоне Предстанового прогиба. Они подразделены на свиты (снизу вверх): дурайскую  $J_2$ , кабактинскую  $J_3^1$ , беркакитскую  $J_3^2$ , нерюнгринскую  $J_3^3$  и ундытканскую  $K_1$ . В беркакитской свите (250—1100 м) вскрыты единичные мало-мощные пласты. В дурайской свите (мощностью 420—580 м)

РАЗРАБАТЫВАЕМЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЛЕНСКОГО БАСЕЙНА

Угленосный район, месторождение	Основные пласты		Структурные особенности месторождения	Марка угля	Средние показатели качества угля				Разведанные запасы угля, т	Добыча, тыс. т	
	Разведанная площадь, км <sup>2</sup>	число (индекс)			мощность, м	W <sup>f</sup> , %	A <sup>d</sup> , %	Q <sub>s</sub> <sup>da</sup> f, МДж/кг			Q <sub>f</sub> , МДж/кг
<i>Якутский</i> Кангаласское	12	Рудничный Верхний Нижний	2,0—3,8 8,9—13,3 4,8—6,2	Южное крыло Вилюйской синеклизы, пологое (1—3°) моноклиналиное залегание, осложненное куполами и впадинами	2Б	32,0	15,0	27,84	14,49	1082,5 в том числе после разреза, 16,7	589 589
Харбалахское		1 пласт	16	Пологое моноклиналиное залегание	Д	—	15,3	—	19	3,8	55
<i>Сангарский</i> Сангарское	21	11 пластов	0,8—2,9	Асимметричная брахиантиклиналь с пологим (до 10°) южным и более крутым (до	Д	10,0	15,0	33,49	24,24	32,5	266
				45°) северным крыльями, нарушенная системами сбросов и сбросов, образующих зоны дробления							
<i>Нижне-Алданский</i> Джебарки-Хайское	19	Верхний Первый + Второй	2—2,2 2,8—4,1	Пологая (1—5°) брахисинклинал, осложненная вторичными куполами и погружениями, а также сбросами, определившими блоковую структуру месторождения	Д	11,0	12,5	31,19	23,03	91,7	880
<i>Средне-Вилюйский</i> Кировское	20	1 пласт	20	Моноклиналиное залегание с падением на юго-восток под углом около 30°	1Б	41,0	15,0	27,71	13,98	236	71

и кабактинской (580—620 м) содержится до 45 пластов и прослоев угля, из которых 3—5 (в каждой) достигают рабочего значения. Наиболее угленасыщенны нерюнгринская (380 м) и ундытканская (580 м) свиты, в которых содержатся мощные 10—50 м залежи угля.

Мощности и строение угольных пластов подвержены значительным изменениям на относительно коротких расстояниях. Преобладающее значение мощностей пластов (исключая единичные мощные залежи) 1—1,3 м, на локальных участках они возрастают до 5—9 м или снижаются до нерабочего значения. Мощные пласты (залежи) имеют линзовидную форму с локальными раздувами и пережимами, участки с компактным строением чередуются с участками, на которых проявляется расщепление и выклинивание угольных слоев.

Залегание угленосных отложений в сев. и центральной частях впадин полого-волнистое, с редкими разрывными нарушениями, углы падения пород не превышают 2—3°. Границы м-ний определяются эрозионным срезом — выходами пластов в пониженных частях рельефа. В юж. частях по мере приближения к Становому и другим хребтам, тектоника м-ний усложняется. Получают развитие вытянутые в сев.-зап. направлении плоскодонные брахисинклинали с углами падения пород на крыльях 15—30°, широкое распространение получают сбросы.

Бассейн характеризуется сложными природными условиями (горный расчлененный рельеф, отсутствие на преобладающей территории транспортных путей, низкие температуры). Для промышленного освоения подготовлена лишь восточная часть Алдано-Чульманской впадины (района), где разрабатывается открытым способом Нерюнгринское, детально разведаны для подземной разработки Чульмаканское и Денисовское, предварительно — Муостахское, Кабактинское и др. м-ния. В Токийской впадине завершается предварительная разведка Эльгинского м-ния. Общие запасы угля в бассейне: разведанные 2,8 млрд т, предварительно оцененные 2,6 млрд т.

Нерюнгринское м-ние приурочено к одноименной обособленной впадине с размерами 6х4 км. Продуктивные отложения нерюнгринской свиты слагают плоскодонную брахисинклинали. Длинная ось ее полого (3—5°) погружается на ЮВ. Углы падения пород на крыльях достигают 25—30°. Развиты сбросы амплитудой 4—30 м. Разрабатывается залегающий в верхах разреза пл. Мощный, характеризующийся изменчивой морфологией и составом угля. Мощность его изменяется в пределах 14—79 м, преобладающая 20—30 м. В разрезе пласта выделяются три различных по петрографическому составу пачки (сверху вниз): *a* — матовых, *b* — полублестящих, *c* — блестящих разновидностей угля. Пачка *c* с лучшими по технологическим свойствам углями часто выпадает из разреза. Угли каменные.

марок **К** и **СС** (группы ЗСС). Средние показатели качества:  $A^d$  16%,  $V^{daf}$  19—20%,  $S_t^d$  до 0,6%,  $Q_s^{daf}$  33—37 МДж/кг. Разграничение марок производится по пластометрическим показателям. Добываемые угли с толщиной пластического слоя (*y*) более 9 мм (группы К9) направляются для коксования, с *y* 6—8 мм (Кб) и 0—5 мм (СС) для энергетического использования.

Разведанные запасы угля 365,7 млн т, из них коксующихся (К9)—227,7, предварительно оцененные 0,54 млн т. В 1987 г. добыто 13,8 млн т. Гидрогеологические условия сложные. Расчетный водоприток 1600—2000 м<sup>3</sup>/ч. Осуществляется дренаж выработок скважинами.

В 90—120 м ниже п. Мощного залегаеет пласт Пятиметровый мощностью 0,7—14 м (ср. 3,3 м), рассматриваемый как перспективный объект подземной добычи. Запасы угля в нем оцениваются 90,3 млн т.

На Чульмаканском м-нии площадью около 900 км<sup>2</sup> детально разведаны Восточный и Западный участки (140 км<sup>2</sup>), предварительно — Локучакитский. В пологозалегающих (1—3°) отложениях дурайской свиты почти повсеместно распространены три пласта сложного строения и изменчивой мощности от 0,7 до 9,5 м (ср. 1,5—2,0 м). Угли каменные, марок **Ж**, **КЖ**, **СС** ( $V^{daf}$  38%), повышено зольные ( $A^d$  25%), малосернистые ( $S_t^d$  0,4%), легкообогащаемые. Теплота сгорания  $Q_s^{daf}$  35,  $Q_i^r$  23 МДж/кг. Ценное коксохимическое сырье. Разведанные запасы угля м-ния 663,7 млн т, предварительно оцененные 337,5 млн т.

На смежном Денисовском м-нии площадью 84 км<sup>2</sup> в кабактинской свите содержатся два, в дурайской — три рабочих пласта. Мощности пластов 0,7—6,5 м (ср. 0,9—1,8 м), пласта К4 2,8 м, строение сложное, невыдержанное. Залегание полого-волнистое под углами 2—8°. Угли каменные, марок **КЖ**, **К**.  $A^d$  15—26%,  $S_t^d$  0,3%,  $V^{daf}$  18—25%,  $Q_s^{daf}$  37,  $Q_i^r$  22—25 МДж/кг. Разведанные запасы угля 305,9 млн т, предварительно оцененные 47,1 млн т.

Эльгинское м-ние находится в 400 км к В от г. Нерюнгри и ст. Беркамит. На выделенной по данным поисковых работ площади около 235 км<sup>2</sup>, примыкающей с СЗ к побережью оз. Токо, в отложениях ундытканской и нерюнгринской свит вскрыто, соответственно, 14 и 7 угольных пластов средней мощностью 1—9,3 м. Наибольшее промышленное значение имеют пласты: Ближний и Четырехметровый в низах ундытканской, Мощный и Пятиметровый в верхней части разреза нерюнгринской свиты. Средняя мощность этих пластов 4—10 м при колебаниях от 0,7 до 16 м. На локальных участках происходит их слияние и расщепление. Район м-ния гористый с превышением водоразделов над тальвегами рек 150—350 м. Соответственно изменяется глубина залегания основных угольных пластов и

наличие в разрезе над ними более тонких пластов рабочего значения. На участке с неглубоким залеганием сближенных в разрезе пластов Ближнего и Четырехметрового, выделенном в СЗ части м-ния, проведена предварительная разведка. Подсчитанные по категориям  $C_1$  и  $C_2$  запасы в количестве 587 млн т пригодны для отработки открытым способом. Общие ресурсы угля месторождения оцениваются в 2,85 млрд т. Угли каменные, преимущественно марки КС, высокочольные  $A^d$  20—21% (с учетом засорения 30—34%), малосернистые  $S_i^d$  0,2—0,5%,  $Q_{s^{daf}}$  35—37%,  $Q_i^r$  35—37 МДж/кг. Обогащаемость углей очень трудная, теоретический выход концентрата (с  $A^d$  до 10%) при плотности разделения 1,4 т/м<sup>3</sup> — 57—58%.

#### Зырянский бассейн

Бассейн находится в сев.-вост. части Якутской АССР в междуречье среднего течения рек Колымы и Индигирки. Он объединяет разобщенные горными массивами угленосные районы: Зыряно-Силапский, Мятисский и Индигирско-Селенняхский к СБ от хр. Илин-Тас и Момский — к ЮЗ от этого хребта. Общая площадь бассейна около 7500 км<sup>2</sup>. Бассейн слабо изучен.

Наличие углей установлено в 1881 г., геол. исследования проводятся с 1931 г. Геологоразведочные работы в ограниченных объемах осуществлены на Зырянском, Харангском (в Зыряно-Силапском р-не), Краснореченском (в Мятисском), Тихонском (в Момском) м-ниях.

По данным геологической съемки и поисково-разведочных работ угленосные отложения (зырянская серия осадков) раннемелового возраста суммарной мощностью около 7600 м и содержат до 80 угольных пластов мощностью более 0,6 м (единичных 6—10 м и более). Наиболее угленасыщена верхняя — буоркемюсская свита; в Зыряно-Силапском р-не, здесь вскрыто 35 пластов мощностью более 0,6 м. В залегающей ниже силапской свите на Краснореченском м-нии вскрыто 4—10 пластов мощностью 0,6—7 м, на Тихонском — 15 мощностью 0,6—2 м. В нижней ожогинской свите вскрыты многочисленные маломощные угольные прослой, некоторые из них лишь спорадически достигают мощности 0,6—1,4 м.

Угленосные отложения слагают пологие крупные брахисинклинальные складки, осложненные на крыльях, обращенных к хр. Илин-Тас дополнительной складчатостью и разрывами.

Угли каменные. Метаморфизм их нарастает в юго-вост. направлении от марок Б, Д в Индигирско-Селенняхском до Ж и К в Зыряно-Силапском и Момском районах.

С 1936 г. на Эрозионном участке Зырянского месторождения мелкими шахтами, а с 1962 г. разрезом разрабатывались пласты: Грязный, Толстый, Мощный и Великан; мощность их

2—11 м, преобладающая 2—4 м (пласт Толстый — 9 м). Угли марки Ж (окисленные). Качество угля:  $W^r$  9%,  $A^d$  14%,  $S_i^d$  0,4%,  $V^{daf}$  32%,  $Q_{s^{daf}}$  34,4,  $Q_i^r$  26,36 МДж/кг. Использовался как энергетическое топливо местными потребителями. Добыча составляла до 240 тыс. т в год, в 1979 г. разрез законсервирован.

В настоящее время ведутся эксплуатационные работы на Буор-Кемюсском участке того же месторождения. В 1987 г. разрезом «Зырянский» добыто 342 тыс. т. Качество угля аналогично углям Эрозионного участка.

На м-нии Харанга в отложениях силапской свиты вскрыто два пласта угля: XVII мощи. 8,6 и XV — 4,6 м. Угли тощие,  $A^d$  7—14%,  $S_i^d$  0,2—0,4%,  $V^{daf}$  15—18%,  $Q_{s^{daf}}$  34—36,  $Q_i^r$  23—26 МДж/кг. Разведанные на площади 9 км<sup>2</sup> запасы угля 31 млн т. С 1980 г. месторождение разрабатывается разрезом 100 тыс. т.

Проводившаяся на месторождении Тихонском в небольшом объеме добыча угля прекращена.

Всего на разведывавшихся и разрабатывавшихся м-ниях бассейна учтены запасы угля категорий  $A+B+C_1$  177,5 млн т и кат.  $C_2$  3,5 млн т.

#### БАССЕЙНЫ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ И ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

В прилегающих к Транссибирской и Байкало-Амурской ж.-д. магистралям районах Амурской обл. и Хабаровского края выявлены обособленные месторождения и углепроявления мезозойского и палеоген-неогенового возраста, объединенные в угольные бассейны и угленосные площади (см. рис. 27). Наиболее изучены вовлеченные в промышленное освоение и детально разведанные Ургальское м-ние в Буреинском каменноугольном бассейне, несколько крупных месторождений бурого угля, объединенные в Нижне-Зейский бассейн, Огоджинское в верховьях р. Селемджи, Лиановское вблизи г. Комсомольск-на-Амуре. На мезо-кайнозойских углепроявлениях, выявленных в пределах выделенных угленосных площадей: Амуро-Зейской (Толбузинское, Деспское, Ново-Ямпольское), Тырминской (Алнапское), в Еврейской автономной области (Бирское, Лондоко, Ушмунское и др.), Обор-Уссурийской (Базовское, Хабаровское, Розенгартовское), выполнен небольшой объем поисковых работ, не позволяющий дать полноценную промышленную оценку этих площадей. По данным поисковых работ перечисленные углепроявления характеризуются низкой и невыдержанной угленосностью, в ряде случаев сложной тектоникой или неблагоприятными горно-геологическими условиями разработки угля вследствие глубокого залегания и высокой обводненности продуктивных толщ.

Нижне-Зейский бассейн

ТАБЛИЦА 58

Бассейн находится в Амурской обл. Он приурочен к обширной современной Нижне-Зейской впадине Амуро-Зейского платформенного прогиба, окруженной приподнятыми складчатыми сооружениями палеозоя — хр. Малый Хинган (на Ю и ЮВ), Буреинским массивом (на В) и Мамыньским выступом (на СВ). Впадина выполнена мощным (до 2400 м) комплексом меловых и кайнозойских осадочных отложений, содержащих относительно маломощные (100—200 м) угленосные толщи. Промышленная угленосность установлена в верхних угленосных свитах — кивдинской (К—Р) и бузульской (P<sub>1</sub>—N<sub>1</sub><sup>1</sup>), в каждой из которых содержится от 1 до 6 залежей бурого угля с изменчивой мощностью — от долей метра до нескольких метров (табл. 58). Эти свиты сохранились от последующей денудации в обособленных пологих мульдах, с близким к горизонтальному залеганием.

Угли кивдинской свиты (м-ния Кивдо-Райчихинское, Архаро-Богучанское, Ерковецкое), бурые, группы 2Б.

Кивдо-Райчихинское м-ние разрабатывалось в сев.-вост. части (Кивдинский рудник) в 1913—1958 гг. подземным способом, в юго-зап. части (Райчихинская площадь) с 1932 г. отрабатывается открытым способом. Добыча угля 12 млн т. Большая часть его запасов отработана. Архаро-Богучанское м-ние разрабатывается с 1973 г. Новорайчихинским разрезом. С 1978 г. проводится детальная разведка Ерковецкого м-ния, в южной его части подготовлены два участка для строительства крупных разрезов. Качество углей:  $W^r$  36—38%,  $A^d$  10—20%,  $S_i^d$  0,3%; теплота сгорания:  $Q_s^{daf}$  26,8,  $Q_i^r$  12—14 МДж/кг.

На Архаро-Богучанском м-нии угли верхнего пласта Великан сильно окислены с соответствующим снижением теплотехнических свойств. Гидрогеологические условия относительно несложные. Залегание близкое к горизонтальному, слабо нарушенное.

Угли бузулинской свиты (м-ния Свободное, Тыгдинское, Сергеевское) бурые, гр. 1Б.  $W^r$  50—57%,  $A^d$  15—20%,  $Q_s^{daf}$  26—27,  $Q_i^r$  7,5—8,8 МДж/кг. Залегание близкое к горизонтальному, ненарушенное. В зависимости от рельефа поверхности глубина залегания угольных пластов изменяется в пределах 10—25 м (верхних)—75—156 м (нижних). Гидрогеологические условия разработки очень сложные, требуется предварительное осушение участков горных работ.

Буреинский бассейн

Бассейн расположен в Хабаровском крае. Открыт в 1844 г., добыча угля начата в 1939 г. Крупный прогиб в мезозойской

МЕСТОРОЖДЕНИЯ НИЖНЕ-ЗЕЙСКОГО БАССЕЙНА

Месторождение	Площадь, км <sup>2</sup>	Мощность угленосной свиты, м	Основные угольные пласты (сверху вниз)		Глубина залегания, м	Разведанные запасы угля, млн т	Добыча угля, тыс. т
			индекс	мощность*, м			
Кивдо-Райчихинское	170	50—70	Верхний	2—7,5 5—6	1—65	82,2	7219
Архаро-Богучанское	24	80—200	Великан	4—15 8	1—61	87,5	704
			Промежуточный	1—1,5	2—80		
			Двойной	1,5	10—100		
			Нижний	1,8	20—120		
Ерковецкое (участки Южный и Восточный)	194	До 163	1 с отщеплением 1а, 1б	1,5—7,8	3—112	1087,2	—
Тыгдинское (участок Северный)	49	40—50	1 пласт	2—30,2 8—14	10—75	466,3	—
Свободное	170	40—65	I	2,0—6,7 4,8	29—109	1691,2	—
			II	2,0—19,2 10,4	35—121		
			IIa	2,0—4,8 2,6	51—130		
			IIб	2,0—8,6 4,0	61—162		
			III	2,0—5,3 2,6	53—134		
		15	Кивдинский	2,0—3,7 2,7	73—156		
Сергеевское	50	40	I	2,0—11,2 4,9	11—108	291,0	—
			Ia	1,0—6,5 2,1	16—104		

\* В числителе — пределы колебаний, в знаменателе — средняя.

складчатой зоне площадью около 6000 км<sup>2</sup> ограничен Туранским (на СЗ) и Буреинским (на В и ЮВ) массивами домезозойских пород. Вытянут в сев.-вост. направлении на 150 км при ширине 50—60 км. На большей площади геологически исследован слабо. По данным геологической съемки и поисковых работ, а также детального изучения Ургальского месторождения в вост. части бассейна выполняющие прогиб осадочные отложения позднеюрского — раннемелового возраста мощностью около 2 км подразделяются на 5 свит. В наиболее угленасыщенной ургальской свите содержится до 500 угольных пластов и прослоев, из них до 31 рабочего значения. В меньшей степени угленосны подстилающая — талынджанская и перекрывающая — чегдомынская свиты с единичными рабочими пластами. Строение пластов сложное, мощность рабочих пластов 1—6 м, единичных пластов на небольших участках до 12 м.

Бассейн в целом представляет собой сложный по строению синклиний. В вост. его части развиты крупные широкие синклинали с пологими (15—25°) и крутыми зап. (до 80°) крыльями. Центральная часть интенсивно дислоцирована, здесь развиты брахиструктуры, мелкие складки с крутопадающими крыльями, пораженные разрывными нарушениями. Зап. часть — Прибуреинская синклиналь, изучена слабо, отмечаются многочисленные сбросы. Вдоль зап. и юж. границ бассейна проходят крупные разломы, по которым доюрские граниты надвинуты на осадочные образования.

Территория бассейна условно подразделена на геолого-промышленные р-ны (с Ю на С): Агдынья-Чекумский (Дубликанский), Центральный, Ургальский, Прибуреинский, Олонжинско-Иорикский, Умальтинский.

Наиболее изучен Ургальский р-н, выделенный в вост. части бассейна в пределах одноименной синклинали сев.-вост. простирания, протягивающейся на 50 км при ширине 15—20 км. Вост. крыло ее пологое (15—30°), зап. — крутое (60—85°). Выявлен ряд мелких разрывных нарушений и флексур. На вост. крыле синклинали на простирании около 40 км выделено Ургальское м-ние. На наиболее угленасыщенном, разрабатываемом шахтой Ургальской участке (вблизи ж.-д. ст. Чегдомын) вскрыто 35 пластов мощностью 1—6,4 м, из которых 10 со средней мощностью 1—3,7 м относятся к выдержанным (В6, В12 и В26) и относительно выдержанным. Угли каменные, марки Г, слабоспекающиеся ( $\gamma$  8—13 мм),  $W^r$  7,5%,  $A^d$  32%,  $S_t^d$  0,4%,  $V^{daf}$  42%,  $Q_s^{daf}$  33,49,  $Q_f^r$  20 МДж/кг, труднообогатимые. Выход концентрата с  $A^d$  от 10 до 44%. Используются как энергетическое топливо. Распространена прерывистая многолетняя мерзлота. Водопритоки в шахту около 1000 м<sup>3</sup>/ч, при дальнейшем развитии горных работ возможный макс, водоприток оценивается в 3000 м<sup>3</sup>/ч. По газу и пыли шахта относится к 1-й кате-

гории. Добыча угля 1,6 млн т/год. В небольшом количестве (306 тыс. т) угли обрабатываются открытым способом.

Разведанные на Ургальском м-нии запасы углей 1,2 млрд т, предварительно оцененные — 0,8 млрд т. Участки Северный Ургал и Северо-Западный Ургал подготовлены для строительства крупных шахт. В южной части месторождения предварительно разведаны участки Чемчуко-Солони и Солони южные, характеризующиеся более слабой угленосностью.

#### Огоджинское месторождение

Угленосные отложения юрско-мелового возраста слагают пологую антиклиналь. Прорваны эффузивами порфиритов. На небольшом разведанном участке вскрыто 13 пластов каменного угля марки ГЖ. Рабочей мощности (0,5—5 м) достигает 7 пластов.  $A^d$  25—40%,  $S_t^d$  до 0,6%,  $V^{daf}$  26—35%,  $Q_s^{daf}$  25—33 МДж/кг. С 1970 г. разрабатывается разрезом Минэнерго СССР. В 1987 г. добыто 159 тыс. т угля. Разведанные запасы 38,4 млн т. Перспективы м-ния не определены.

#### Лианское месторождение

Находится в 32 км к С от г. Комсомольска-на-Амуре, пересекается восточной ветвью ж.-д. БАМ.

Угленосные миоценовые отложения мощи, до 150 м выполняют небольшую (8x3 км) асимметричную мульду; падение пород на крыльях 5—11°. В юго-вост. части м-ния они перекрыты выветрелыми базальтами мощи, до 10 м, на остальной площади — валунно-галечниковыми и песчаными четвертичными образованиями мощи. 7—30 м. В угленосной толще содержатся до 9 линзовидных пластов бурого угля сложного строения; глубина залегания 30—160 м. Наиболее мощные (I и II) пласты в юж. и частично центральной частях м-ния имеют более компактное строение с общей мощностью 2,6 и 11,7 м; в сев.-вост. направлении они расщепляются и выклиниваются. Угли техн. гр. Б1—Б2.  $W^r$  39—49%,  $A^d$  16—24%,  $S_t^d$  0,4%,  $Q_s^{daf}$  25—27,  $Q_f^r$  9,9—11,7 МДж/кг. Запасы угля (по предварительной оценке) около 200 млн т.

#### БАССЕЙНЫ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИМОРЬЯ :

На территории Приморского края РСФСР промышленная угленосность связана с отложениями нижнего мела (Партизанский и Раздольненский бассейны, Подгородненское месторождение) и палеогена (Угловской бассейн, Шкотовское, Павловское, Бикинское, Ретиховское, Хасанское, Супутинское месторождения).

### Партизанский бассейн

Бассейн находится на Ю Приморского края, в юж. части бассейна расположен г. Партизанск. Общая площадь бассейна 6000 км<sup>2</sup>, в том числе распространения угленосных отложений нижнего мела около 4000 км<sup>2</sup>. Известен с конца XIX в., разрабатывается с 1902 г. Геологоразведочные работы проведены и разработка угля осуществляется в узкой юго-вост. полосе площадью 200 км<sup>2</sup>. На остальной территории бассейна угленосные отложения перекрыты покровом туфоэффузивных, лавобрекчиевых и туфогенно-осадочных пород и вскрыты в разрозненных обнажениях.

В разведанной части бассейна выделено 6 угленосных р-нов (с ЮЗ на СВ): Старопартизанский, Тигровский, Мельниковский, Белопадинский, Молчановский и Сергеевский. Угленосные отложения подразделены на свиты: старопартизанскую и северопартизанскую. Мощность нижней старопартизанской свиты достигает 560 м в юго-зап. части бассейна (Старопартизанский р-н) и уменьшается в сев.-зап. направлении до полного выклинивания в Мельниковском р-не. В низах свиты (нижняя угленосная подсвита) содержатся два рабочих пласта, в верхних горизонтах (средняя угленосная подсвита) 2—6 рабочих пластов. Северопартизанская свита мощностью 280—460 м распространена повсеместно. В верхних горизонтах ее (верхняя угленосная подсвита) содержится до 10 рабочих пластов. Мощность рабочих пластов изменяется от нерабочей до 10 м с резкими колебаниями за счет тектонических раздувов и пережимов, преобладающая 1—3 м. Строение пластов простое, реже сложное.

Тектоника бассейна весьма сложная. Угленосные отложения слагают широкие (Коркинская, Большая, Белопадинская, Сергеевская и др.) и узкие синклинали, разобщенные антиклинальными перегибами и крупными разрывами. Они интенсивно дислоцированы, нарушены системами разнообразных по характеру и амплитудам сбросов, создавших мелкоблоковую структуру. Внедрившиеся в угленосную толщу магматические породы, залегающие в виде пластовых и секущих тел, реже даек, на значительных участках ассимилируют угольные пласты и определяют изменчивость качества угля. Зональное распространение углей различного марочного состава (Д—Т), обусловленное региональным метаморфизмом и термальным воздействием крупных интрузий, часто нарушается наложением контактового метаморфизма, повышающего на отдельных локальных участках степень углефикации угля до антрацитов или превращения его в естественный кокс. Преобладают угли марок Ж (55%) и Т (25%). Разработка угля ведется пятью шахтами: в Старопартизанском районе Центральной и Глубокой на глубинах соответственно 637 и 884 м, в Тигровском — Нагорной на глу-

бине 540 м, в Мельниковском — Северной и Авангард на глубинах (соответственно) 307 и 140—224 м. В Белопадинском р-не подготовлен участок для строительства новой шахты.

В 1987 г. добыто 1375 тыс. т угля. Качество добываемых углей:  $W^r$  5,5%,  $A^d$  34 (Ж)—24 (Т) %,  $V^{daf}$  31 (Ж)—12 (Т) %,  $S_i^d$  0,5%, теплота сгорания  $Q^{daf}$  по бомбе 34,3 (Ж)—34,7 (Т),  $Q_i^r$  (соответственно) 20,5—24,2 МДж/кг. Угли обогащаются. Концентрат обогащения с  $A^d$  18—20% (выход 35%) потребляется Спасским цементным заводом и как коммунально-бытовое топливо. Промпродукт с  $A^d > 40\%$  сжигается на Партизанской ТЭЦ.

Гидрогеологические условия умеренной сложности, горно-геологические — очень сложные вследствие изменчивой мощности угольных пластов за счет раздувов, пережимов, внедрения изверженных пород, неравномерной и часто высокой углекислого- и метаноносности с суфлярным выделением газа, проявления внезапных выбросов угля.

Разведанные запасы угля в бассейне 193,6 млн т, предварительно оценены 223,3 млн т.

### Раздольненский бассейн

Выделен в границах обширной площади распространения нижнемеловых угленосных отложений (около 4500 км<sup>2</sup>) к С и З от г. Уссурийска, в значительной части перекрытых мощными неогеновыми и четвертичными образованиями и покровами базальтов. Геологоразведочные и эксплуатационные работы проводились на разобщенных м-ниях: Уссурийском в юго-вост. части, Липовецком, Верхне-Раздольненском, Константиновском, Алексее-Никольском в сев.-зап. части бассейна.

Наличие углей в бассейне выявлено в 1868 г., добыча угля ведется с 1909 г.

Продуктивные нижнемеловые отложения идентифицируются с северопартизанской свитой Партизанского бассейна. Промышленная угленосность приурочена к верхним ее горизонтам мощностью 150—400 м, в которых содержится 1—2 рабочих пласта очень сложного изменчивого строения. Общая мощность их изменяется от нерабочей до 3,8 м (на Уссурийском) до 19 м (на Липовецком), полезная не превышает 7 м (в среднем 1,3—3 м).

Часто проявляются размывы пластов, снижение их мощностей на приподнятых участках фундамента. Пласты сложены часто чередующимися прослоями гумусовых углей, липтобиолитов (рабдописситов) и песчано-глинистых пород.

В пределах разведанной части бассейна угленосные отложения слагают синклинали складки субширотного простирания с углами падения сев. крыльев 5—20° (до 45°), юж. — 35—50° (до 65°), в донных частях складок близкое к горизонтальному.

Залегание пород осложнено многочисленными сбросами. Угли отнесены к марке Д.  $W^r$  6%,  $A^d$  32—36%,  $S_i^d$  0,4%,  $V^{daf}$  50%,  $Q_s^{daf}$  32,  $Q_i^r$  18—21%.

Разрабатываются Липоведкое (шахтой и разрезом) и Верхне-Раздольненское (шахтой Ильичевская). Макс. глубина залегания угля 190 м. В 1987 г. добыто 818 тыс. т, в том числе 658 разрезом. Угли используются как энергетическое топливо. Разведанные запасы бассейна 66,7 млн т, предварительно оцененные 36,2 млн т.

#### Угловский бассейн

Бассейн находится в 30 км к СВ от г. Владивостока. Приурочен к крупному прогибу в палеозойских породах, выполненному мезо-кайнозойскими отложениями. Прогиб имеет протяженность 40 км в сев.-вост. направлении от берегов Амурского залива, ширина 6—14 км.

Угли в бассейне известны с 1859 г., добыча осуществляется с 1867 г. на Тавричанском, с 1911 г. на Артемовском м-ниях.

Продуктивные отложения палеогена слагают Угловскую синклиналь с падением пород на юж. крыле под углами 25—30° с выполаживанием по падению к донной части складки; сев. крыло срезано крупным разрывным нарушением; ось складки полого погружается в юго-зап. направлении. На 3 Угловская синклиналь расчленяется на две (Большую и Малую) вторичные синклинали, разделенные крупным сбросом сев.-вост. простирания. Многочисленные разрывные нарушения, преимущественно сбросового характера, определили мелкоблоковую структуру залегания пород.

Промышленная угленосность связана с нижней (угловской) свитой палеогена, мощность ее 350—500 м. В ней содержится до 33 угольных пластов и прослоев. Рабочее значение имеют 8—10 пластов сложного изменчивого строения. Мощности рабочих пластов 1—12 м, слагающие пласты угольные прослои расщепляются и выклиниваются или замещаются углистыми породами. Площади с повышенной угленасыщенностью как в пределах бассейна (Артемовское, Тавричанское м-ния и более мелкие участки), так и в границах выделенных м-ний разобщены площадями с непромышленной угленосностью.

Угли бурые, группы ЗБ, используются как энергетическое топливо. Основные показатели добываемого угля на Артемовском (Тавричанском) месторождениях (%):  $W^r$  24 (14),  $A^d$  32 (29),  $S_i^d$  0,4 (0,5),  $V^{daf}$  50 (48), теплота сгорания (МДж/кг), соответственно.  $Q_s^{daf}$  28,3 (29,9),  $Q_i^r$  13,3 (16,5)

За годы многолетней эксплуатации запасы угля в бассейне в значительной мере оработаны. В 1987 г. добыча угля соста-

вила (тыс. т): на Артемовском — 891, на Тавричанском — 200. Разведанные запасы угля в бассейне 233,7, предварительно оцененные — 16,6 млн т.

#### Подгородненско-Суражевский угленосный район

Находится вблизи г. Владивостока, примыкая с В к Угловскому бассейну. В отложениях верхнего триаса (монгугайская свита) мощностью 600 м и нижнего мела (подгородненская свита) мощностью 400 м вскрыто до 10 пластов каменного угля, достигающих на локальных участках рабочей мощности 0,6—2,5 м (реже до 4,8 м). Строение пластов очень сложное, изменчивое. Угленосные отложения собраны в складки сев.-вост. простирания с углами пород на крыльях 10—70°, нарушенных дополнительной складчатостью и многочисленными сбросами.

В ЮЗ части района разрабатывается Подгородненское м-ние. Из 12 выявленных пластов промышленное значение имеют пласты Новичок и Модестов средней мощностью 1,3, изменяющейся в пределах 0,7—3,6 м. Угли перемятые, высокозольные (до 42%), теплота сгорания  $Q_s^{daf}$  34,3,  $Q_i^r$  18,4 МДж/кг. Марка Т. Запасы угля м-ния 19,6 млн т. Добыча 95 тыс. т. Остальные известные в районе месторождения — Суражевско-Радчихинское, Монгугайское, Лянчихинское, Надеждинское изучены слабо.

#### Палеоген-неогеновые месторождения Приморья

В разобренных эрозионно-тектонических впадинах на складчатом мезозойском основании сохранились от денудации угленосные формации палеоген-неогенового возраста, слагающие плоскодонные брахисинклинальные складки (мульды), вытянутые в субмеридиональном направлении или изометричной формы. На крыльях складок (бортах мульды) углы падения угленосных пород 10—25° (иногда до 50°), в донных частях залегание близкое к горизонтальному, полого-волнистое, иногда осложненное вторичной складчатостью и сбросами. В разрезе продуктивных толщ содержатся мощные и залегающие близко от дневной поверхности залежи бурого угля, которые явились объектом крупномасштабной добычи как энергетического топлива. Характеристика угленосности и качества угля, данные о запасах и добыче угля на этих месторождениях приведены в табл. 59. Запасы угля на некоторых месторождениях полностью (Супутинское) или в большей части (Ретиховское) оработаны. На Раковском месторождении намечено строительство разреза производственной мощностью 2 млн т угля в год, на Бикинском и Павловском — строительство вторых очередей действующих разрезов.

## ПАЛЕОГЕН-НЕОГЕНОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИМОРЬЯ

Месторождение	Площадь, км <sup>2</sup>	Мощность угленосной толщи, м	Основные угольные пласты			Марка, группа угля	Средние показатели качества				Разведанные запасы угля, млн т	Добыча угля, тыс. т
			число, индекс	мощность*, м	глубина залегания, м		W <sub>f</sub> , %	A <sub>d</sub> , %	Q <sub>s</sub> <sup>daf</sup> , МДж/кг	Q <sub>f</sub> , МДж/кг		
Шкотовское разрез	150	800—950	14	0,7—16 1,3—6,8	80—100	2Б	35	18	28,05	13,40	251,6 3,6	779 357
Павловское	400	До 400	2—4	1—20	3—220	1Б	42—48	24—27	25,0	9,9—11,1	400	6961
Разрез №1 (уч. Северный, Восточный, Южный)	10	65—90	III	1,5—5,0 3,2	7—43						15,1	1348
			II	1,5—15,8 5,2								
			I	1,5—21,8 6—8								
Разрез №2 (уч. Павловский)	50	До 250	IV	2—5	3—220						314,8	3558
			III	2—8								
			II	2—6								
			I	2—16								
Участок Лузановский в составе разреза №1	2	100	III	1,5—40 10	40—80					18,5	2055	
Участок Северная депрессия	2	100	III	1,5—20 7,2	20—80					17,6	—	

Участок Поисковый	80	До 100	V	1,5—12,4 6,0	22—120	1Б	44,8	27,3	25,0	9,0	42,0	—
			VI	1,5—9,2 3,9								
Ретиховское	20	До 180	5	1,3—23,7	10—160	1Б	42	20,0	27,5	11,6	1,9	1840
разрез	—	—	Южный	5,8—23,7 (до 46)	—	—	—	—	—	—	1,9	1840
Бикинское Лучегорский разрез	260 25	1800	19 групп сближен. пластов	1—10 (до 20)	5—50 до 300	1Б, 2Б	35—45	20—20	25—28	7,7—12,2	1113,9 179,3	7214 7214
			Участок Западный	3 группы (15—18) сближ. пл.	2—32 (до 46)	5—44 до 360	1Б, 2Б	33—43	15—31	27—28	10,3—14,3	299,3
Раковское	9	150	III	В сев. части 10 м, к югу расщепляется на 4 пл.	25—163	1Б	42	18—27	26—27	9—10	88,6	—
Хасанское		80—140	4	1, 3, 4 1—3		3Б	18	20—30	31—33	21	7,5	12

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕВЕРО-ВОСТОКА СССР

В связи со сложными природными условиями геологическая изученность территории Магаданской и Камчатской обл. слабая. По данным геологической съемки и ограниченного объема поисковых работ здесь выделены крупные угленосные площади с наличием мезозойского и кайнозойского углеобразования (см. рис. 19). В пределах этих площадей на небольших участках проведены более детальные геологоразведочные работы и ведется разработка отдельных месторождений. Основной топливной базой (44% добычи угля в районе) является Аркагалинское каменноугольное месторождение. В течение многих лет разрабатываются находящиеся на побережье Охотского моря (Анадырская угленосная площадь) м-ния Бухты Угольной и Анадырское, с 1968 г. в Омсукчанском угленосном р-не — Галимовское. Уголь используется местными ТЭЦ, горнорудными предприятиями и поселками, побережных м-ний — также для нужд флота и рыболовецкими предприятиями. В Магаданской области детально разведаны также участки на м-ниях Ланковском, Мелководнинском, Кэновском и др. В Камчатской обл. добыча угля в незначительном объеме ведется на Корфовском и Тигильском бурогоугольном м-ниях, разведочные работы проводились на Подкагерном, Хайрюзовском, Крутогоровском и др.

Аркагалинское месторождение находится в 700 км к СЗ от г. Магадана. Вытянуто вдоль русла р. Аркагалы (в сев.-зап. направлении) на 60 км. Площадь около 240 км<sup>2</sup>. Изучается с 1935 г., разрабатывается с 1937 г. Угленосные верхнемеловые отложения слагают две крупные разобщенные выходами подстилающих пород триаса асимметричные Верхне-Аркагалинскую на С и Нижне-Аркагалинскую на Ю брахисинклинали. Залегание пород осложнено вторичной складчатостью и многочисленными разрывными нарушениями, обусловившими блочную структуру. Угли падения пород крыльев складок 80°; амплитуды разрывов — от долей метра до 60 м. В продуктивном горизонте аркагалинской свиты сеноман-туронского возраста мощностью до 220 м содержится 6 линзообразных и расщепляющихся залежей угля сложного строения, из них три почти повсеместно имеют промышленное значение. Мощности пластов 1—15 м при средней 3—6 м, мощность пл. Сложного на Верхне-Аркагалинском участке достигает 26—32 м при средней 7—16 м. Добыча угля на Нижне-Аркагалинском участке ведется шахтами, частично — открытым способом, на Верхне-Аркагалинском — только разрезами. В 1987 г. добыто 2750 тыс. т угля, из них 1896 открытым способом.

Угли каменные, марки Д, в юго-вост. части Нижне-Аркага-

линского участка — марки Г. Качество угля нижнеаркагалинского:  $W^r$  16%,  $A^d$  13%,  $S_i^d$  0,4%,  $V^{daf}$  40%,  $Q_s^{daf}$  29,9,  $Q_f^r$  20,5 МДж/кг, верхнеаркагалинского:  $W^r$  20%,  $A^d$  13%,  $S_i^d$  0,4%,  $V^{daf}$  41%,  $Q_s^{daf}$  29,7,  $Q_f^r$  19,3 МДж/кг. Используются как энергетическое топливо на ТЭЦ, промышленными предприятиями области и населением. Разведанные запасы угля месторождения 179,9 млн т, предварительно оцененные 266,1 млн т.

Анадырское месторождение известно с 1912 г. Площадь его 490 км<sup>2</sup>, детально изучена небольшая часть — участки: Угольный на сев. побережье Анадырского лимана площ. 6 км<sup>2</sup> и Южный на юж. побережье 0,5 км<sup>2</sup>, с запасами углей, соответственно, 34,9 и 5,9 млн т. В продуктивном горизонте анадырской свиты олигоценового возраста мощностью 200—250 м, перекрытом на выходах четвертичными образованиями мощностью 20—40 м, содержится 8 угольных пластов сложного строения и изменчивой мощности. Промышленное значение имеют 3 пласта: Анадырский, Двойной и Основной мощностью 2,5—6 м. Угленосные отложения залегают моноклиально, углы падения 2—10° на уч. Угольном, 20—25° — на Южном. Многочисленные сбросы создают блочную структуру. Угли бурые, гр.ЗБ.  $W^r$  17%,  $A^d$  материнская 16%, среднепластовая — 27—29%,  $S_i^d$  0,8%,  $Q_s^{daf}$  30,3,  $Q_f^r$  17,6 МДж/кг.

Участок Угольный разрабатывался кустарно с 1912 г., мелкими шахтами — с 1923 г., с 1967 г. — шахтой Анадырской. Горно-геологические условия отработки в зоне многолетней мерзлоты, распространенной до гл. 110—120 м, несложные. Добыча угля в 1976 г. — 374 тыс. т в год. На участке Южном намечено строительство углеразреза. Общие разведанные запасы 80,7 млн т, предварительно оцененные 178,5.

Месторождение Бухты Угольной находится на побережье Берингова моря. Площадь м-ния 465 км<sup>2</sup> детально изученной части (участки: Основной и Совхозный) — 17 км<sup>2</sup>. Известно с 1886 г., разрабатывается с 1940 г., вначале мелкими шахтами, с 1965 г. — шх. Беринговской. В верхнем горизонте корякской свиты верхнего мела, мощностью 20 м, нижнем и среднем горизонтах чукотской свиты палеогена мощностью 450 м содержится до 13 угольных пластов, из них 5 — рабочей мощности. Три сближенных пласта в среднем горизонте чукотской свиты являются объектом разработки. Мощности пластов и их строение изменчивы, максимальная мощность 4—6 м, преобладающая 1—2 м. Угленосные отложения слагают пологую брахисинклиналь, нарушенную многочисленными сбросами и сбросами, создающими блочную структуру. Угли каменные, марки Г.  $W^r$  6—7%,  $A^d$  9—17%, среднепластовая 12—27%,  $S_i^d$  1,7—2%,  $Q_s^{daf}$  34,5,  $Q_f^r$  25—35 МДж/кг. Разведанные запасы 60,3 млн т, предварительно оцененные 471,1 млн т. В 1987 г. добыто 694 тыс. т. г

Галимовское месторождение находится вблизи нос. Омсукчан. Открыто в 1940 г., разрабатывалось с 1942 г. мелкими шахтами, с 1964 г. — шах. Омсукчанской и разрезом. Месторождение полностью не околонуено, разведанная площадь 5 км<sup>2</sup>. В верхней подсвите омсукчанской свиты нижнемелового возраста содержится до 20 невыдержанных, иногда линзовидных угольных пластов и прослоев, из них 8 достигают рабочей мощности. Разрабатываются два пласта Крайний (2,7 м) и Мощный (7,8 м), соответственно, простого и сложного строения.

Угленосные отложения слагают периклиналь с падением на 3 и С под углами 15—25°. Интенсивно нарушены сбросами, создавшими мелкоблоковую структуру, и внедрившимися дайками изверженных пород, частично ассимилировавшими угольные пласты.

Угли — антрациты.  $W^r$  5—9%,  $A^d$  15—27%,  $V^{daf}$  4,5—7,8%,  $S_i^d$  0,4—0,7%,  $Q_s^{daf}$  31,8—36,1,  $Q_i^r$  23—25 МДж/кг.

Разведанные запасы 18,3 млн т, предварительно оцененные 21,2 млн т. В 1987 г. добыто 174 тыс. т, в том числе открытым способом 109 тыс. т.

Кэнское месторождение в пределах той же Омсукчанской угленосной площади в 60 км к СВ от Галимовского. В нижнемеловых отложениях, слагающих брахисинклиналь, на участке Илим площадью около 4 км вскрыто три пласта антрацита — Основной, Спутник и Средний. Мощность пластов от 1 до 4 м, в среднем, соответственно, 3,3; 1,2 и 3,1 м, сложного строения. Угли падения 15—45°. Качество угля:  $W^r$  3,5,  $A^d$  16—30%,  $V^{daf}$  5,5%,  $Q^{daf}$  33,2,  $Q_i^r$  23—26 МДж/кг. Разведанные запасы 6,6 млн т, м-ние не околонуено.

Мелководнинское и Ланковское м-ния выявлены в восточной части Охотской угленосной площади в 80 и 150 км к В от г. Магадана на побережье Тауйской губы Охотского моря. Детально разведаны по одному участку площадью 4—5 км<sup>2</sup> (общая площадь каждого м-ния около 40 км<sup>2</sup>). В неогеновых отложениях мощностью 200—400 м выявлены мощные залежи бурого угля: на Ланковском 14—33 м, на Мелководнинском 67—100 м; на последнем залежь расщепляется по падению на два пласта: Мерзлый 18—25 м и Талый 10—17 м, разделенные пластом глины 2—3 м, а затем на маломощные пласты и прослои. На Ланковском м-нии угленосные отложения слагают пологие вытянутые в субширотном направлении брахисинклинали, разобщенные антиклинальным перегибом. Угли падения пород 5—6°. На Мелководнинском — залегание моноклиналиное под углами 3—12°. Широко развиты сбросы с амплитудами до 50 м. Глубина залегания углей от 5—10 до 80 м. Угли бурые, гр. 1В.  $W^r$  51% на Ланковском, 57% на Мелководнинском, другие показатели качества, соответственно:  $A^d$  12 и 26%,  $Q_s^{daf}$  25,5 и 24,7,  $Q_i^r$  9,2 и 7,5 МДж/кг. Мелководнинское м-ние в

1945—1960 гг. разрабатывалось. На Ланковском — намечается строительство разреза. Разведанные запасы угля Мелководнинского 160 млн т, Ланковского — 85 млн т.

#### МЕСТОРОЖДЕНИЯ . САХАЛИНА

В мощном комплексе осадочных образований мезо-кайнозоя, слагающих основные структуры о. Сахалина — Зап.-Сахалинский и Вост.-Сахалинский антиклинории, разделенные Центрально-Сахалинским синклинорием, промышленно угленосны арковская и жонкьерская верхнемеловые, нижнедуйская палеогеновая и верхнедуйская неогеновая свиты. Отложения этих свит выходят на поверхность на СВ и СЗ побережья о. Сахалина, в предгорьях Западно-Сахалинских гор в центральной части, а также на Крильонском и Тонино-Анивском п-овах юж. части острова. Известные (более 60) м-ния угля и углепроявления объединены в пять угл. р-нов: Северный, Александровский, Углегорский, Центральный и Южный. Удаленные от основных транспортных путей месторождения Сев. р-на не разведывались и не осваивались.

Верхнемеловые угленосные отложения распространены в Александровском угл. р-не узкой полосой на расстоянии около 180 км между реками Виахту и Пильво. В верхних горизонтах арковской и жонкьерской свит содержится 7—18 линзовидных невыдержанных пластов высокозольного каменного угля мощностью 0,7—2,5 м. Разрабатывались мелкие (Эриксоновское, Малотымское) м-ния, в настоящее время добыча угля в небольшом объеме ведется на Арковском м-нии.

Нижнедуйская свита имеет широкое распространение. Макс. мощность ее в р-не г. Углегорска — 1100 м к С и Ю сокращается до 500—700 м. В Южном угл. р-не разрабатывается Лопатинское м-ние, на котором вскрыто до 36 рабочих пластов каменного угля. Пласты тонкие и средней мощности, линзовидные, подвержены размывам, генетическому выклиниванию. Другие м-ния этого возраста с более низкой и невыдержанной угленосностью не разрабатываются.

Верхнедуйская — основная угленосная свита — вскрывается на зап. (Александровский и Углегорский р-ны), вост. склонах Западно-Сахалинских гор и в Тымь-Поронайской депрессии (Центральный р-н), на Крильонском и Тонино-Анивском п-овах (Юж. р-н), на зап. склонах Восточно-Сахалинских гор. Макс. мощность верхнедуйской свиты 1200 м, угленасыщенность до 18 рабочих пластов каменного угля в Александровском и Углегорском р-нах. К Ю и С мощность свиты уменьшается; в Центральном и Юж. р-нах вскрыты отложения средней подсвиты этой свиты мощностью 200—300 м, содержащие 2—5 рабочих пластов бурого угля (табл. 60).

ОСНОВНЫЕ РАЗРАБАТЫВАЕМЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ О. САХАЛИНА

Угленосный район, месторождения	Площадь, км <sup>2</sup>	Мощность угленосных отложений, м	Число разработанных пластов	Преобладающая мощность, м	Углы падения пород, градус	Марка (группа) угля	Средние показатели качества угля					Запасы угля, млн. т		Добыча, тыс. т	
							W, %	A, %	S <sub>p</sub> , %	Ad, %	d <sub>st</sub> , МДж/кг	d <sub>st</sub> , МДж/кг	A + B + C <sub>1</sub>		C <sub>2</sub>
<b>Александровский</b>															
Мгачи	28	380	6	1—3	25—35	Г	7,0	17,0	0,6	47,0	33,49	24,53	86,6	45,6	168
Александровское	3	370	2	1—2	25—35	Д	8,0	15,0	1,1	46,0	33,44	24,03	2,4	2,1	101
<b>Углегорский</b>															
Углегорское	45	До 1200	17	0,7—4,2	15—48	Г, Ж	10,5	20,0	0,3	42,0	33,70	22,86	152,5	140,9	793
Бошняковское	9	490—570	10	1—3	15—85	Г	10,5	13,0	0,4	44,0	33,49	24,70	117,0	18,5	279
Лесогорское	65	600—930	12	1—3	10—15 (до 80)	Г	9,0	18,0	0,6	38,0	34,95	24,74	52,3	48,9	185
Солнцевское:	100	685	6	2,2—13,7	15—60	ЗБ, Д	17,4	18,7	0,3	49,0	29,3	19,8	105,6	—	—
участок Южный	9														
<b>Центральный</b>															
Вахрушевское	24	До 200	1	13	10—70	ЗБ	20,0	30,0	0,3	46,0	29,93	15,49	148,9	1,8	866
Тихменевское	20	560	3	1—5	15—60	ЗБ	21,0	15,0	0,3	49,0	29,30	18,21	122,9	1,5	112
Макаровское	20	170—380	5	1,5—5,2	60—80	ЗБ	16,5	20,0	0,3	49,0	29,72	18,50	41,1	3,6	207
<b>Южный</b>															
Лопатинское	75	375—750	До 36	0,8—3,2	20—55	Д	8,5	25,0	0,4	49,0	32,23	20,93	289,0	88,5	850
Горнозаводское	120	140—190	3—9	1—2,5	20—90	ЗБ	23,0	12,0	0,5	48,0	30,14	18,92	528,6	60,8	499
Новиковское	10	140	2	20	30—60	ЗБ	16,0	28,0	0,7	44,0	29,93	16,91	8,2	—	234

М-ния неогенового возраста — основные объекты угледобычи. В Александровском и Углегорском р-нах отрабатываются относительно выдержанные и выдержанные пласты верхней подбиты, преобладающая мощность 1—3 м, единичных до 15 м (Бошняковское м-ние). Пласты средней подбиты, разрабатываемые в Центральном и Юж. р-нах, характеризуются повышенной мощностью (до 24 м на Вахрушевском, до 14 м на Горнозаводском) и сложным строением.

Тектоника большинства м-ний очень сложная. В Александровском и Углегорском р-нах, а также на Лопатинском м-нии в Юж. р-не угленосные отложения слагают вытянутые в меридиональном направлении линейные складки, осложняющие зап. крыло Западно-Сахалинского антиклинория. Преобладающие пликвативные формы — гофрированные моноклинали, синклинали осложнены многочисленными разнообразно ориентированными разрывными нарушениями, обусловившими мелкоблочную структуру. В угленосные отложения внедрялись силлы, дайки интрузивных пород. Тектоника буроугольных м-ний в Центральном и Юж. р-нах более простая. Асимметричные синклинали (брахисинклинали) складки с крутыми крыльями и прогнутыми на глуб. 400 м и более пологими донными частями осложнены разрывными нарушениями, создающими крупноблочную структуру.

Угли поздне мелового возраста каменные, марок Г и Ж, палеогеновые каменные, марок Д, Г, Ж и К, неогеновые бурые (ЗБ) и каменные, марок Д—Т. Наличие углей на о. Сахалине известно с 1852 г. В 1853 г. начата добыча углей в Александровском р-не. В 1987 г. добыто 4,4 млн т (в том числе 2,1 бурых и 2,3 каменных). Добываемые угли используются для энергетических целей. Горно-геологические условия разработки подземным способом сложные вследствие сильной нарушенности залегания угольных пластов, высокой метаноносности м-ний, взрывоопасности угольной пыли. Обводненность угленосных отложений невелика, притоки воды в горные выработки шахт 200—300 м<sup>3</sup>/ч с увеличением в периоды снеготаяния и инфильтрации ливневых осадков до 500 м<sup>3</sup>/ч и более.

Разведанные запасы угля месторождений о. Сахалина 1,83 млрд. т., предварительно оцененные — 0,64 млрд. т, из них бурого, соответственно, 1,1 и 0,24.

• • : •           **ГЛАВА 9**  
**ОБЩИЕ ЗАДАЧИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА**  
**ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ УГОЛЬНЫХ**  
**МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**ОБЩИЕ ЗАДАЧИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ**  
**МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ,**  
**СТАДИЙНОСТЬ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ**

Геологоразведочные работы — комплекс геологических и сопряженных с ними исследований, проводимых с целью выявления месторождений твердых полезных ископаемых и подготовки их для промышленного освоения. Эти исследования должны обеспечить:

выяснение форм, внутреннего строения, размеров и условий залегания тел полезных ископаемых, оконтуривание площадей их промышленного распространения и определение объема, занимаемого полезным ископаемым в недрах, подсчет количества заключенных в этом объеме запасов;

всестороннее и полное изучение химического и минерального состава полезного ископаемого, установление содержания в нем ценных компонентов и вредных примесей, закономерностей пространственной изменчивости основных показателей качества, определение технологических свойств и рационального направления использования полезного ископаемого в народном хозяйстве;

изучение горно-геологических особенностей месторождения: его тектоники, гидрогеологических, геокриологических условий, литологического состава и физико-механических свойств полезного ископаемого, а также перекрывающих и вмещающих его горных пород, газоносности, геотермических и других природных факторов, определяющих условия вскрытия и технологию разработки месторождения.

Геологическое изучение месторождения — длительный процесс последовательного и максимального приближения прогнозных представлений о геологическом строении месторождения, формах и условиях залегания тел полезных ископаемых, качестве сырья и горно-технических условиях эксплуатации к реальным условиям с повышением по мере накопления информации степени достоверности материалов и точности соответствующих построений и расчетов. Для наиболее эффективного изучения месторождений и во избежание неоправданных затрат на излишне детальное геологоразведочные работы на объектах, которые длительное время не будут использованы промышленностью, а также неконкурентоспособных по технико-экономическим показателям, по сравнению с имеющимся резервом раз-

веданных месторождений или привозным сырьем, необходимо соблюдать строгую последовательность в проведении геологоразведочных работ и своевременной геолого-экономической оценке результатов каждой их стадии.

Общий процесс геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые подразделяется на стадии.

Стадия 1. Региональное геологическое изучение территории СССР.

а. Региональные геолого-геофизические исследования масштаба 1 : 1 000 000—1 : 500 000;

б. Региональные геофизические, геологосъемочные, гидрогеологические и инженерно-геологические работы масштаба 1 : 200 000 (1 : 100 000).

Стадия 2. Геологосъемочные работы масштаба 1:50 000 (1 : 25 000) с общими поисками.

Стадия 3. Поисковые работы.

Стадия 4. Поисково-оценочные работы.

Стадия 5. Предварительная разведка.

Стадия 6. Детальная разведка.

Стадия 7. Доразведка месторождения:

а) не освоенного промышленностью;

б) разрабатываемого месторождения.

Стадия 8. Эксплуатационная разведка.

Перечисленные стадии геологоразведочных работ, как правило, должны осуществляться в приведенной последовательности. Следующая стадия может выполняться со значительным перерывом во времени по завершении предыдущей. В отдельных случаях в зависимости от конкретных особенностей месторождений, прежде всего от их размеров, сложности строения и народнохозяйственной значимости, стадии могут объединяться. Границы между стадиями определяются требованиями к результатам проведенных работ: полученная информация по полноте и степени достоверности должна быть достаточна для решения задач выполненной стадии и для геологического и технико-экономического обоснования работ следующей стадии. Содержание проводимых на каждой стадии исследований определяется ее задачами, природными условиями нахождения объектов работ, степенью обнаженности территории, видом изучаемого полезного ископаемого и другими особенностями. В дальнейшем излагаются особенности проведения геологоразведочных работ на уголь.

Угленосные формации характеризуются широким площадным развитием, приуроченностью распространения только к континентальным и прибрежно-морским осадочным образованиям, определенным периодам геологического развития земной Коры (от верхнего девона до неогена включительно) и преимущественным их нахождением в отрицательных структурах. Это

облегчает выявление угольных месторождений в процессе региональных геологических исследований и геологического картирования. Поэтому поисковые работы на уголь могут начинаться (при необходимости) до завершения первых (1-й и 2-й) стадий общего процесса геологоразведочных работ, и, как правило, 3 и 4 стадии этого процесса (Поисковые и Поисково-оценочные работы) объединяются в единую стадию, начиная с которой разведка углей приобретает специфические черты.

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА РАЗВЕДКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

При поисках и разведке угольных месторождений применяются: геологическое картирование, комплекс наземных геофизических исследований, горно-разведочные выработки и колонковое бурение скважин, сопровождаемое каротажными исследованиями.

**Детальное геологическое картирование** в масштабах 1:25000—1:10000 проводится на базе геологических карт мелких 1:1 000 000—1:500 000 и средних 1:200 000—1:100 000 масштабов, составленных по большинству наиболее изученных угольных бассейнов и перспективно угленосных площадей. При детальном картировании площадей с небольшой мощностью покровных отложений прослеживаются (с проходкой мелких горно-разведочных выработок и скважин) выходы маркирующих горизонтов и угольных пластов. При значительной мощности покровных отложений для получения точек наблюдения проводятся бурение структурных скважин и **наземные геофизические исследования** — вертикальное электроразведочное и электропрофилирование, грани-, сейсмо-, магниторазведочные работы, эманионная съемка.

Вертикальное электроразведочное (ВЭЗ) применяется с целью:

установления мощностей покровных отложений и многолетнемерзлых пород, их площадного распространения и глубин залегания;

картирования рельефа подстилающих образований при пологом (до 15°) залегании, широком площадном распространении угленосных отложений и существенных различий в электрических свойствах угленосных и вмещающих пород;

выявления и уточнения структурных особенностей залегания угленосной толщи при четко выраженной дифференциации складчатых форм.

Электропрофилированием при наклонном и крутом залегании угленосной толщи и мощности наносов не более 15—20 м прослеживаются выходы угольных пластов и маркирующих горизонтов под покровные отложения.

Гравиразведка, используемая для тех же целей, что и электроразведочные методы, эффективна при существенном и достаточно постоянном различии в плотности угленосных и вмещающих пород. Гравиметрическими методами прослеживаются выходы только мощных угольных пластов при мощности покровных отложений до 35 м.

Сейсмические методы (отраженных и преломленных волн) применяются для расчленения разреза пород, выявления и прослеживания структурных форм и разрывных нарушений. Эффективность этих методов зависит от наличия в изучаемом образовании отражающих или преломляющих сейсмических границ, относительного постоянства скоростей распространения упругих колебаний в отложениях, перекрывающих прослеживаемые границы, и отсутствия в районе работ интенсивных сейсмических помех.

Магниторазведка используется в том случае, если в разрезе есть породы с магнитными свойствами, в частности, для выявления и оконтуривания тел изверженных пород.

Эманионная съемка применяется для выявления и прослеживания (в плане) разрывных нарушений, по которым может происходить выделение эманиции (радона, торона, актинона); концентрации газов измеряются в почвенном и почвенном воздухе.

Перечисленные геофизические исследования, как правило, проводятся комплексно с преимущественным использованием методов, обладающих наибольшей разрешающей способностью для решения поставленных задач в геолого-геофизических условиях конкретного района. Они выполняются на всех последующих стадиях поисково-разведочного процесса.

**Горно-разведочные выработки** при разведке угольных месторождений используются ограниченно. Проходка их связана с большими затратами средств и времени, гидрогеологические условия часто затрудняют, а иногда делают невозможным их применение. При благоприятных предпосылках (пересеченный рельеф, небольшая мощность покровных отложений, отсутствие грунтовых вод) эти выработки проходятся с целью прослеживания угольных пластов на выходах под покровные отложения, определения границ зон выветривания и окисления угля, а также для отбора крупных технологических проб.

**Бурение.** Основной техникой прием разведки угольных месторождений — колонковое бурение. Высокая маневренность и возможность создания необходимой сети искусственных обнажений на огромных площадях развития угленосных отложений на любых необходимых глубинах обусловили широкое применение колонкового бурения при поисках и разведке Ископаемых углей. Соответственно методика поисковых и разведочных работ на уголь подчинена возможностям и **степени**

точности данных, получаемых из колонковых скважин. Полнота и представительность геологической информации при этом достигается совмещением изучения поднятого керна с результатами геофизических исследований в скважинах.

Керн — основной материал для изучения геологического строения месторождения на глубине, установления литологического состава и критериев стратиграфического подразделения пород, слагающих месторождение, их петрографического, минерального состава и физических свойств, элементов залегания, степени нарушенности, характера взаимопереходов пород угленосной формации к подстилающим и покровным образованиям, литологических разностей пород в продуктивной части разреза, пространственного положения угольных пластов, их мощности и строения. Керн — материал для изучения качества и технологических свойств пород, вмещающих угольные пласты и слагающих межпластовые прослои, а также пород, подлежащих вскрытию горными выработками при разработке месторождения. Достоверность информации зависит от полноты извлечения керна, степени сохранности его структуры и качества обработки керна материала.

Определение выхода керна при ненарушенной его структуре (столбик) производится линейным замером, при извлечении керна в виде кусочков и мелочи — объемным, или «весовым», методом. Обычно выход керна выражается процентным отношением длины, объема или массы керна соответственно к длине пробуренного интервала или полученному путем расчета теоретическому объему (массе).

Сохранность структуры керна и его выход зависят от технологии бурения — конструкции колонкового снаряда, режима бурения и промывки, а также от петрографо-минералогического состава и физических свойств пород, главным образом крепости, вязкости, хрупкости, пластичности, однородности состава, степени литификации. Наименьшая сохранность керна характерна для рыхлых, слабосвязанных, легкоразмываемых и неоднородных по составу пород (пески, глины, галечники, некоторые конгломераты) и для весьма трещиноватых, а также хрупких разностей, к которым, в частности, относятся ископаемые угли. Даже при высоком выходе угольного керна может происходить избирательное выкрашивание хрупких (витреновых) или истирание сажистых (фюзеновых) компонентов, что приводит к искажению данных о мощности и строении неоднородных по петрографическому составу угольных пластов и показателей качества угля.

На выходе и сохранности керна отражаются также различия в крепости углей и пород, залегающих непосредственно в кровле и почве или переслаивающихся в угленосной пачке, микро-тектоника, степень метаморфизма и окисления углей, газовой

деление с разрушением угля при вскрытии угольного пласта скважиной.

Выбор рациональных диаметров скважин и конструкций буровых наконечников, применение двойных колонковых труб, укороченных рейсов проходки в зонах залегания угольных пластов, оптимальных режимов бурения, регистраторов встречи угольных пластов, повторная проходка дефектно пробуренных интервалов путем искривления стволов скважин, повышение квалификации персонала способствует улучшению качества буровых работ и документации скважин, но не исключают указанное выше влияние на выход керна физических свойств углей и геологических особенностей угольных месторождений.

Для оценки представительности керна и установления минимально допустимой величины для определения мощности и структуры пластов, показателей качества угля, состава и свойств вмещающих угольный пласт пород используются материалы сопоставления данных бурения с результатами замеров и опробования в горных выработках, исследований керна, извлеченного по полноценным пересечениям скважинами данного пласта, а также с результатами скважинных геофизических исследований.

Скважины и горно-разведочные выработки должны быть инструментально привязаны к имеющейся опорной геодезической сети. Все разведочные, а также имеющиеся на месторождении эксплуатационные выработки, естественные и искусственные обнажения угольных пластов должны быть задокументированы по типовым формам, утвержденным Мингео СССР. При документации керна скважин и стенок подземных разведочных выработок целесообразно применять фотометоды.

Полнота и качество первичной документации разведочных выработок, соответствие ее геологическим особенностям месторождения, проверка правильности зарисовок, описания горных выработок и керна путем сличения их с натурой и с результатами опробования, соответствия сводной документации исходным данным должны систематически проверяться на представительном по объему материале специально организованными комиссиями.

**Геофизические исследования в скважинах** при поисках и разведке углей включают: каротаж, меж- и околоскважинные исследования массива горных пород, инклино-, каверно-, термо-, резистивно-, расходомерную скважин, газовый каротаж, а также отбор образцов пород из стенок скважин боковыми стреляющими грунтоносами.

**Каротаж** — основной вид скважинных геофизических исследований; данные каротажа используются для литологического расчленения вскрытого скважиной геологического разреза, его изучения, выделения угольных пластов и тел сопутствующих

полезных ископаемых, детального изучения их строения, определения ряда основных показателей качества и физических свойств. Осуществляется широким комплексом радиоактивных, электрических и некоторых других методов, к основным из которых при поисково-разведочных работах на уголь в настоящее время относятся:

гамма-каротаж (ГК)—измерение естественной гамма-активности горных пород;

гамма-гамма-каротаж (ГГК)—измерение характеристик рассеянного гамма-излучения, возникающего при облучении горных пород внешним источником гамма-излучения; его модификации— селективный гамма-гамма-каротаж (ГГКС) основанный на измерении мягкой составляющей рассеянного гамма-излучения, и плотностной гамма-гамма-каротаж (ГГКП) основанный на измерении жесткой составляющей рассеянного излучения;

каротаж сопротивления (КС)—измерение кажущегося (рассчитанного на основе определения каротажными зондами по формуле для однородной природной среды) удельного электрического сопротивления горных пород.

Каротажные кривые ГК, отражающие различия в естественной радиоактивности горных пород, и ГГК, — в их плотности (табл. 61), позволяют с высокой степенью дифференциации расчленить вскрытый скважиной разрез, выделить пласты и прослои всех природных типов угля и основные литологические различия; по кривым ГК выделяются также породы, обогащенные радиоактивными элементами.

Каротаж сопротивления, основанный на различиях удельного электрического сопротивления горных пород, обладает высокой разрешающей способностью на месторождениях каменных углей и переходных от бурых к каменным и меньшей при выделении пластов антрацита. Мягкие бурые угли (групп

1Б и 2Б) характеризуются низким удельным электрическим сопротивлением, близким к величинам этого показателя для вмещающих уголь слаболитифицированных пород. Крайне слабо выражена дифференциация величин удельного электрического сопротивления вмещающих пород и углей VI—VII стадий метаморфизма (переходных от марки Т к антрацитам). Повышение зольности существенно снижает удельное электрическое сопротивление каменных углей и повышает величину этого показателя у антрацитов. Для выделения пластов антрацита эффективен каротаж градиента поля самопроизвольной поляризации (ГПС).

Кривые ГК, ГГК, КС и ГПС (для антрацитов) регистрируются по всему стволу скважины в масштабе глубин 1:200. В интервалах залегания рабочих угольных пластов (включая породы кровли и почвы) для уточнения глубин залегания, строения пластов, определения литологического состава пород кровли и почвы, а также состава и мощностей внутрипластовых породных прослоев, выделения разностей угля, резко отличных по физическим свойствам и зольности, каротажные кривые регистрируются в масштабах глубин 1:20 (по тонким пластам), 1:50 (по пластам средней мощности и мощным); при однородном простом строении мощных и весьма мощных пластов (более 10 м) допускается масштаб регистрации 1:200, при сложном строении 1:50 (для пласта в целом или для его частей со сложным строением).

Детальное изучение интервалов залегания рабочих угольных пластов осуществляется методами ГК и ГГК (пластов сложного строения при возможности более совершенными методами ГГКП и ГГКС), дополнительно на месторождениях каменных и переходных от бурых к каменным углям — бокового каротажа (БК), бокового токового каротажа (ВТК) и КС; на месторождениях антрацитов — ГПС, токового каротажа (ТК) и ограничено — электродных потенциалов (ЭП). Для характеристики прочностных свойств и устойчивости пород в последние годы внедряется акустический каротаж, проводятся экспериментальные исследования возможности использования для этой цели методов (в комплексе) ГГКС, ГК и КС. По кривым ГГКС и ГК (в некоторых случаях по кривым КС) определяется зольность углей. Для определения некоторых показателей качества угля (в основном зольности), а также для обоснования в сложных (или спорных) случаях интерпретации каротажных кривых исследуются образцы пород, отобранные боковыми стреляющими грунтоносами.

Наклонометрия скважин с целью определения угла и азимута падения пластов угля по данным геофизических измерений в одной скважине находится в стадии экспериментальной разработки.

ТАБЛИЦА 61  
ФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОРОД, СЛАГАЮЩИХ УГЛЕНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ [6]

Породы	Общая пористость $P_r$ , %	Плотность $d_a$ , г/см <sup>3</sup>	Удельное электросопротивление $\rho$ , Ом·м	Радиоактивность $I_r$ , пА/кг
Уголь бурый	12—25	1,2—1,3	10—200	215—860
Уголь каменный	2—12	1,3—1,4	100—10 <sup>6</sup>	215—860
Антрациты	1—2	1,4—1,8	10 <sup>3</sup> —10	215—860
Глины	5—25	1,9—2,4	0,8—20	860—2151
Аргиллиты	3—25	2,4—2,8	10—400	860—2151
Алевриты	3—20	2,4—2,75	15—600	572—1287
Песчаники	3—15	2,4—2,75	2—3·10 <sup>3</sup>	358—860
Известняки	2—2,5	2,3—2,9	10—5·10 <sup>3</sup>	36—860
Изверженные породы	1—3	2,5—3,7	500—10 <sup>5</sup>	71—1792

Конфигурация каротажных кривых и значения измеряемых параметров могут быть существенно искажены наличием в стенках скважины каверн, образующихся в интервалах залегания пород с низкой прочностью или в ослабленных зонах (трещиноватых, разрушенных газовой выделением, повышенными водопритоками и др.). Кавернообразование, в частности, характерно для пластов антрацита, хрупких и сажистых разностей каменных углей, что используется как вспомогательный критерий выделения их в разрезе вскрытых скважиной пород. Для учета влияния кавернообразования по всем скважинам параллельно с каротажом должна осуществляться к а в е р н о м е т р и я — непрерывное измерение диаметра стволов. На некоторых месторождениях каменных углей с крутым падением угольных пластов с крупными кавернами в них эффективность исследований повышается за счет использования каротажа вызванных потенциалов (ВП) — измерения разности потенциалов, вызванных электрической поляризацией горных пород.

Каротажные кривые используются для межскважинной увязки геологических разрезов, прогноза местоположения, характера и элементов залегания разрывных нарушений. Для этой цели на ряде месторождений в последние годы проводятся экспериментальные работы по межскважинным геофизическим исследованиям методом электрической корреляции (МЭК), а для прогноза развития малоамплитудной нарушенности — околоскважинные сейсмические исследования.

На достоверности геологических построений и расчетов истинных мощностей пластов угля и других пород разреза существенно отражаются искривления стволов скважин. Поэтому в всех вертикальных скважинах на глубинах более 300 м и в наклонных глубиной более 100 м через каждые 20—10 м осуществляется и н к л и н о м е т р и я — замеры зенитного угла и азимута стволов. Замеры искривлений должны проводиться приборами, надежность показаний которых заверена повторными замерами или другими видами контрольных определений, а при наличии подсечений стволов скважин горными выработками данными маркшейдерской привязки.

Для изучения гидрогеологических и горно-геологических условий разработки угольных месторождений осуществляются:

**р е з и с т и в и м е т р и я** — измерение удельного электрического сопротивления жидкости, заполняющей скважину, позволяющее выделить интервалы разреза с усиленным притоком или поглощением вод (потенциально водоносные горизонты). Для выделения и изучения водоносных горизонтов используются также данные каротажа потенциалов самопроизвольной поляризации (ПС) и некоторых других методов;

**р а с х о д о м е т р и я** — измерение скорости перемещения жидкости по скважине, которое позволяет получить сравнитель-

ную качественную характеристику фильтрационных свойств отдельных интервалов вскрытого разреза;

**т е р м о м е т р и я** — измерение температуры по стволу скважины — основа изучения теплового режима пород на изучаемом месторождении и определения геотермических условий его разработки;

**г а з о в ы й к а р о т а ж** — изучение физическими методами содержания и состава газов в промывочной жидкости при бурении; результаты его в комплексе с другими методами используются для оценки природной газоносности месторождения и прогноза газообильности горных выработок при его вскрытии и разработке.

Различные природные особенности разведываемых месторождений, физические свойства углей и вмещающих пород определяют необходимость тщательного выбора рационального комплекса угольной скважинной геофизики. При рационально подобранном комплексе геофизических исследований и качественном их проведении они существенно повышают полноту и достоверность геологической информации по скважинам.

Условия использования данных геофизических исследований скважин для литологического расчленения разрезов скважин, определения мощности, строения и глубин залегания вскрытых угольных пластов, показателей качества угля, наличия и характеристики разрывных нарушений, элементов залегания горных пород, их физико-механических свойств и естественной температуры в интервалах залегания регламентированы утвержденными в 1981 г. ГКЗ СССР условиями [26]. При соблюдении утвержденных условий эти данные используются как основной материал при геологических построениях, характеристике особенностей геологического строения оцениваемого месторождения и при подсчете разведанных запасов угля.

## ГЛАВА 10

### МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

#### ПОИСКОВЫЕ РАБОТЫ

Поисковые работы — комплекс геологических исследований, проводимый с целью обнаружения новых месторождений, а также перспективной оценки площадей, в пределах которых известно наличие промышленной угленосности. В некоторых случаях перед поисками на заведомо угленосных площадях ставятся спе-

циализированные задачи — выявление участков, пригодных для отработки углей открытым способом, площадей распространения пластов с углями определенного качества и др.

В слабо исследованных регионах поисковые работы **наследуют** результаты регионального геологического изучения (мелкомасштабного геологического картирования и геолого-геофизических исследований), в процессе которого по косвенным и прямым предпосылкам выделялись возможные площади наличия угленосных формаций и оценивались прогнозные ресурсы угля категории Рз.

**Косвенными** предпосылками наличия угленосных формаций являются:

**литологические** — наличие континентальных и прибрежно-морских осадочных отложений с ритмическим переслаиванием углефицированных и обломочных разностей пород, монотонность их окраски преимущественно серых тонов, многочисленные растительные отпечатки и другие специфические особенности угленосных формаций;

**стратиграфические** — приуроченность эпох углеобразования к определенным периодам геологического развития. Совершенно бесперспективны для нахождения гумусовых углей древние осадочные толщи от архея до девона включительно. Почти для каждого конкретного района на основе геологического картирования могут быть созданы определенные представления о возможной угленосности тех или иных стратиграфических горизонтов осадочных толщ, в некоторых случаях о масштабе и характере углепроявления;

**тектонические** — преимущественная приуроченность угольных месторождений к выявляемым наземными геофизическими методами отрицательным формам рельефа коренных пород, в которых обеспечивалась лучшая сохранность угленосных отложений от денудации, а также связь углеобразования с развитием специфических вторичных структур платформ, складчатых областей и сочленяющих их прогибов.

**Прямые признаки** угленосности: выходы угольных пластов на поверхность, выбросы угля или угольной сажи из нор животных, галька углей в руслах рек и ручьев, «горельники» — обожженные породы характерного красно-кирничного цвета, образовавшиеся в результате выгорания угольных пластов, «меловка» — осветленная, почти белая порода, оставшаяся на месте выхода выветривания пласта угля, пласты «кучерявчиков» — ископаемой почвы древних торфяников, следы древних разработок угля.

На площадях с обнаженной поверхностью перспективно угленосных пород или при неглубоком их залегании первый этап поисковых работ совмещается с геологической съемкой в мас-

штабе 1 : 50 000—1 : 25 000 и крупнее, сопровождаемой изучением естественных обнажений и созданием сети искусственных обнажений путем проходки мелких горно-разведочных выработок и скважин. Повсеместно, особенно в районах с плохой обнаженностью, следует использовать наземные методы геофизических исследований, комплекс которых подбирается с учетом данных об особенностях геологического строения исследуемых площадей и разрешающей способности того или иного метода. В целях обеспечения полной интерпретации геофизических данных, особенно в слабоизученных районах, проходятся единичные параметрические скважины колонкового бурения. Полученная информация о наличии углей, площадной распространенности, глубинах и условиях залегания угленосных пород используется при дальнейшем развитии поисковых работ.

Для обоснованного заключения о наличии или отсутствии в районе промышленной угленосности необходимы вскрытие и опробование угольных пластов с рабочей мощностью, получение данных о степени угленасыщенности разреза, качестве углей, возможных размерах распространения промышленной угленосности по площади и на глубину. Для этой цели выполняется минимально необходимый объем горно-разведочных и буровых выработок, располагаемых на линиях вкест установленному (по обнажениям или единичным выработкам) простиранию пород угленосной толщи при наклонном или крутом их залегании или по квадратной сети при горизонтальном и близком к нему залегании.

Первая линия обычно закладывается на участке, потенциально наиболее перспективном по продуктивности разреза пород угленосной толщи и наименьшей нарушенности их залегания. Она приурочивается к местам, где были вскрыты пласты угля промышленного значения, с учетом геофизических данных о глубине залегания и мощности угленосных отложений, структуре подстилающих и перекрывающих пород. Расположение выработок на линии должно обеспечить получение перекрытого разреза пород угленосной толщи, достоверно выяснить элементы ее залегания и характер угленосности.

При наклонном и крутом залегании пород угленосной толщи для установления масштаба углепроявления и подтверждения полученных по первой линии данных проходятся еще две-три поисковые линии по обе стороны от первой, ориентированные вкест простирания. Расстояния между первой и дополнительными линиями определяются тем, чтобы охватить возможно большую площадь и одновременно не выйти за контур предполагаемого выклинивания угленосных отложений или за границы основной структуры, сложенной угленосными породами, которые были предположительно установлены геологической съемкой или геофизическими исследованиями. Необходимость

проходки дополнительных линий сохраняется и при получении отрицательных данных по первой линии. В этом случае одна из дополнительных линий, по которой получены наиболее благоприятные результаты, становится основной и от нее в дальнейшем развивается поисковая сеть. При неувязке данных по смежным линиям проходятся дополнительные поисковые профили, которые закладываются обычно на половине расстояния между пройденными. Степень неувязки устанавливается по резкому изменению характера угленасыщенности, выпадению из разреза основных угольных пластов, стратиграфическому несоответствию вскрытых на смежных линиях горизонтов угленосной толщи, различию структурных условий ее залегания.

На месторождениях с горизонтальным или близким к нему залеганием пород угленосной толщи поисковые линии закладываются взаимно перпендикулярно пересечению их в предполагаемом центре месторождения, определенном по геоморфологическим, геофизическим и другим косвенным геологическим данным. Выработки на этих линиях располагаются от предполагаемого центра к периферии на расстояниях, для выбора которых учитываются представления о генетическом типе месторождения, в первую очередь о выдержанности угольных пластов.

На основании сложившегося опыта поисковых работ на уголь расстояния между поисковыми профилями принимаются обычно от 1—2 до 3—4 км, в зависимости от сложности корреляции данных по угленасыщенности и структурным особенностям месторождения.

При поисковых работах, проводимых в промышленно-освоенных районах известных угольных бассейнов и наиболее изученных (с наличием разведанных месторождений) частях угленосных провинций (угленосных районов), устанавливается (при возможности) стратиграфическая принадлежность выявленной угленосной толщи к возрастному подразделению угленосных отложений изученных месторождений. В крупных бассейнах, сложенных мощными (несколько километров) угленосными формациями, основное промышленное значение имеют отдельные интервалы разреза (свиты, горизонты), характеризующиеся повышенной угленосностью и содержащие сближенные наиболее мощные и пространственно выдержанные пласты высококачественных углей. К ним относятся в бассейнах:

Донецком — почти повсеместно свита  $C_2^5$  и на значительных площадях свиты  $C_1^3$ ,  $C_2^3$ ,  $C_2^4$ ,  $C_2^6$ ,  $C_2^7$ ;

Печорском — пакет N рудницкой подсвиты и частично отложения верхневоркутской свиты;

Карагандинском — средняя часть разреза карагандинской свиты (пласты  $K_7—K_{14}$ ) долинская и низы (до пласта  $T_3$ ) тентекской свиты;

Кузнецком — кемеровская И усятская свиты верхнебалахонской подсерии, а также грамотеинская и тайлуганская свиты ерунаковской подсерии;

Минусинском — верхние горизонты черногорской И нарылковской свит;

Буреинском — средние горизонты ургальской свиты;

Канско-Ачинском — верхние горизонты итатской И бородинской свит.

На геолого-промышленную оценку этих частей разреза угленосных формаций, мощность которых составляет обычно несколько сотен метров, в основном направлены проводимые в указанных бассейнах поисковые и разведочные работы.

Установление соответствия объекта поискового изучения известным и изученным в районе свитам (горизонтам) угленосных формаций позволяет прогнозировать характер угленосности, качество угля, условия залегания и другие параметры, используемые при оценке ресурсов угля и составлении технико-экономических соображений (ТЭС) о целесообразности проведения предварительной разведки выявленного месторождения.

При поисковых работах, проводимых на площадях, непосредственно примыкающих по простиранию или падению к предварительно или детально разведанным участкам крупного месторождения, используются данные об основных параметрах разведанной его части — мощности угленосной толщи, положении в разрезе угленасыщенных интервалов, маркирующих горизонтов, количественной характеристике угленосности и качестве угля, структурных особенностях залегания угленосных отложений. Задача поисковых работ — проверка сохранения на исследуемой площади количественных и качественных показателей этих параметров и выявление намечающихся закономерностей в их изменении.

Специализированные поисковые работы, цель которых — выявление в пределах известных месторождений участков с неглубоким залеганием углей (для открытой разработки), с более простыми горно-геологическими (гидрогеологическими), условиями, с качеством углей для специальных видов промышленного использования и другие, проводятся по программам, обеспечивающим решение поставленных задач.

Геолого-промышленная оценка выявленных месторождений (угленосных площадей) по результатам поисковых работ обычно имеет общий характер. Она основана главным образом на аналогии с известными однотипными по горно-геологическим условиям и качеству угля месторождениями; полученные по редкой сети точек наблюдения данные недостаточно полны и представительны для полноценной геолого-экономической оценки. Однако детализировать их на поисковой стадии работ нецелесообразно. Это резко снизило бы эффективность поисков по

широте охвата перспективных угленосных площадей, темпам работы, скорости получения материалов для перспективного планирования развития угледобычи и планомерных геологоразведочных работ в различных районах страны. Углубленное изучение деталей геологического строения месторождения (или какой-либо его части) при благоприятных результатах поисковых работ — задача дальнейших стадий разведки. При оценке промышленной значимости выявленной угленосности и для подсчета запасов на обнаруженных месторождениях используются кондиции, установленные для разведанных аналогичных угольных месторождений.

#### ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ РАЗВЕДКА

Цель предварительной разведки — создание основы для достаточно надежной экономической оценки промышленного значения месторождения, установления целесообразности его детальной разведки, направления, объема и характера последующих исследований. Объект предварительной разведки — месторождение в геологических границах, а при крупных размерах месторождения (площадях распространения промышленной угленосности) — участки с размерами, обеспечивающими возможность выделения для промышленного освоения и соответственно последующей детальной разведки самостоятельных объектов разработки — одной или нескольких шахт (разрезов), типовых для аналогичных по геологическому строению месторождений. В тех случаях, когда установлено, что разработка месторождения (участка) в настоящее время неэкономична или неблагоприятна из-за слабой угленасыщенности, сложной тектоники, низкого качества углей или сложных горно-геологических условий, предварительная стадия становится завершающим этапом разведочных работ. При положительных результатах предварительной разведки месторождение вовлекается в детальную разведку или относится к числу резервных.

Предварительная разведка осуществляется на площадях, ограниченных естественными или искусственными контурами. Естественными границами служат контуры распространения угленосных отложений в плане и на глубину, выходы рабочих угольных пластов под покровные образования, в угольных бассейнах и на крупных месторождениях — структурные элементы залегания угленосных отложений — крылья и оси складок, крупные флексуры и разрывные нарушения. При отсутствии указанных критериев границы площади, охватываемой предварительной разведкой, принимаются условно; размеры ее должны обеспечить возможность выделения в будущем одного или нескольких участков для строительства шахт (углеразрезов), типовых

для аналогичных по геологическому строению месторождений. Учитываются особенности рельефа, гидрографии, ситуации дневной поверхности. Перспективы развития угленосности на глубину оцениваются также с учетом практики освоения и разведки в аналогичных районах.

Предварительная разведка должна установить:

1) общие закономерности в изменении морфологии угольных пластов и качества угля, а также степень сложности тектоники месторождения;

2) сравнительную ценность для промышленного освоения отдельных частей месторождения: с условиями наиболее благоприятными для разработки и непригодных для промышленного освоения, а также постановки детальной разведки из-за низкой угленосности или очень сложных горно-геологических условий разработки.

На первом этапе методика предварительной разведки до известной степени наследует ориентировку поисковой сети и пространственное расположение пройденных на стадии поисковых работ разведочных выработок. При этом учитываются пополненные данными поисковых работ общие представления об условиях формирования выявленных угольных месторождений, о структурной позиции разведываемой площади в региональном плане, а на территориях известных угольных бассейнов и угленосных районов — опыт разведки и эксплуатации аналогичных месторождений.

В общем плане разведочные выработки располагаются относительно равномерно по определенным разведочным сетям, учитывающим элементы залегания пород наиболее благоприятной для промышленного освоения части разреза угленосной толщи. При горизонтальном и пологом залегании продуктивных пород применяются квадратная, прямоугольная и ромбическая сети, при наклонном и крутом залегании — системы разведочных профилей, направленных вкострости простирания пород, где расстояния между выработками должны обеспечить получение перекрытого разреза. Положение первых разведочных профилей увязывается с данными, полученными на поисковых профилях, результатами изучения приповерхностных частей месторождения и материалами геофизических исследований. В дальнейшем разведочная сеть развивается путем проходки дополнительных (сгущенных или наращиваемых) профилей; ориентировка разведочной сети, ее размерность уточняются и корректируются по получаемым данным. Расстояния между профилями разведочных скважин при наклонном и крутом залегании пород угленосной толщи (между скважинами при горизонтальном их залегании) обычно 500—1000 м, в зависимости от степени выдержанности угольных пластов и сложности тектоники месторождения.

Равномерное расположение разведочных выработок обеспе-

чивает получение соизмеримых результатов, возможность применения равнозначных и равноточных методик изучения особенностей месторождения и облегчает обработку данных. Однако получаемая при этом информация по значительно удаленным друг от друга выработкам нередко создает упрощенные представления о выдержанности угольных пластов и условиях их залегания, сопровождается условными, а иногда неверными параллелизацией пластов и структурными построениями. Дальнейшая детальная разведка во многих случаях приводит к принципиальным изменениям в принятых геологических представлениях.

Результаты предварительной разведки должны создать достаточно надежную основу для оценки выдержанности угольных пластов, степени тектонической сложности разведываемой площади, решения вопросов о целесообразности дальнейших разведочных работ, выбора методики детальной разведки. С этой целью на завершающем этапе предварительной разведки обоснованность геологических построений, полученных по равномерной разведочной сети, должна быть проверена сгущением выработок на нескольких опорных профилях по простиранию и падению пород угленосной толщи (взаимно перпендикулярных при горизонтальном залегании). Расстояния между скважинами на опорных профилях принимают такими, чтобы была обеспечена одновариантная увязка данных об изменчивости мощности и строения угольных пластов и условиях их залегания (рис. 28). Положительный эффект для установления характерных черт тектоники разведываемых месторождений (участков) дает прослеживание по простиранию выходов основных угольных пластов под покровные отложения, для чего используются геофизические методы, горно-разведочные выработки и мелкие скважины.

Предварительная разведка должна обеспечить установление степени сложности геологического строения месторождения, выбор способа его вскрытия и разработки, выяснение масштабов возможной угледобычи и влияние гидрогеологических и горно-геологических условий на ведение эксплуатационных работ. Особое внимание должно быть уделено специфическим особенностям изучаемого месторождения (качество угля, изменчивость морфологии пластов, интенсивная нарушенность залегания, сложность гидрогеологических условий и др.), которые могут сыграть роль определяющих факторов при решении вопроса о целесообразности промышленного освоения месторождения. Исследование таких специфических особенностей должно и по объему, и во времени опережать другие работы с тем, чтобы как можно быстрее и с меньшими затратами установить целесообразность продолжения на месторождении разведочных работ.

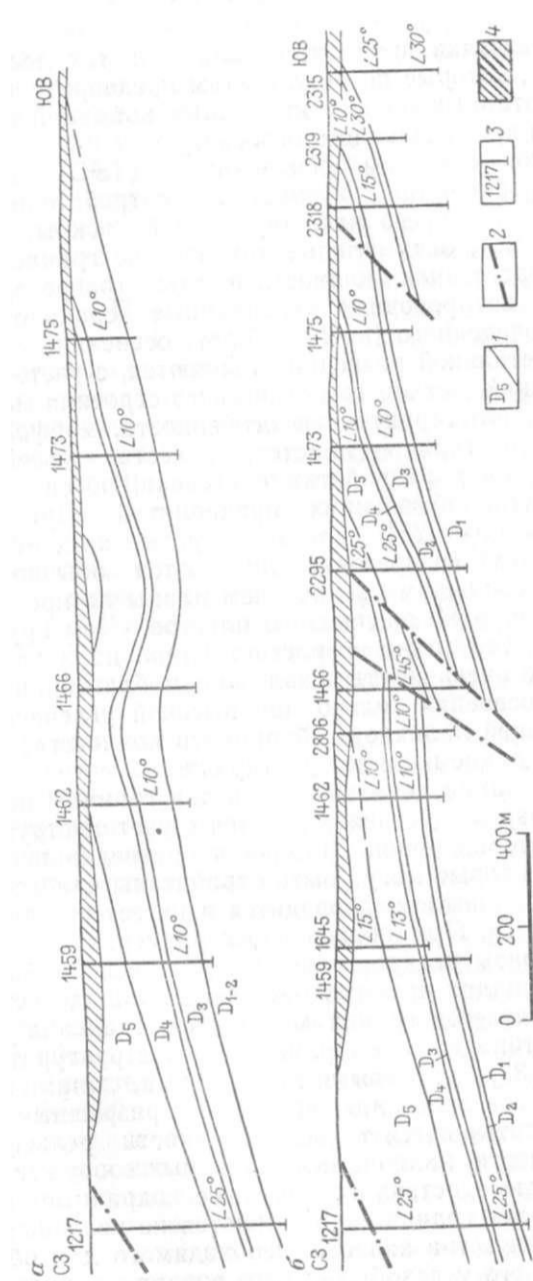


Рис. 28. Геологические разрезы (Карагандинский бассейн) по скважинам, пройденным на разведочных линиях: а — при обычной плотности сети; б — при сгущении выработок (опорный профиль); 1 — угольные пласты; 2 — разрывные нарушения; 3 — скважины; 4 — покровные отложения

## ДЕТАЛЬНАЯ РАЗВЕДКА

Детальная разведка проводится только на тех месторождениях (участках), которые по результатам предварительной разведки и разработанных по ним временных кондиций признаны пригодными для промышленного освоения.

В технико-экономическом обосновании (ТЭО) детальной разведки рассматриваются: возможные потребители угля и основные требования к его качеству, способ вскрытия месторождения (участка), оптимальные технические границы и возможная производственная мощность шахты (разреза), местоположение и ориентировочные календарные сроки отработки площадей первоочередного (на 10—15 лет) освоения.

В процессе детальной разведки уточняются, с учетом принятых в ТЭО решений, детали геологического строения месторождения (участка), его структурные особенности, морфология и условия залегания угольных пластов, качество углей, горно-геологические условия разработки в степени, обеспечивающей проектирование угледобывающих предприятий. При горизонтальном и пологом (0—25°) залегании угленосных отложений размеры полей шахт (разрезов) принимаются обычно изометричными или с небольшим увеличением длины по простиранию по отношению к ширине по падению пластов. Чем круче углы падения пластов, тем резче возрастает длина поля по простиранию; участки с очень крутым залеганием благоприятны для промышленного освоения только при высокой угленасыщенности, обеспечивающей наличие необходимого количества запасов при оптимальной длине поля по простиранию.

При проектировании детальной разведки границы полей будущих шахт и разрезов устанавливаются с учетом структурных особенностей месторождения. Детальная разведка небольших месторождений, которые могут быть отработаны единым горнодобывающим предприятием, проводится в их естественных геологических границах. При значительных размерах месторождения или непрерывном распространении угленосной формации на обширных площадях крупных бассейнов площадь детальной разведки ограничивается границами распространения продуктивных свит, местоположением пликтивных структур третьего класса (см. табл. 33), их осевыми плоскостями, зонами резкого изменения элементов залегания, крупными разрывными нарушениями и др. Учитываются также особенности рельефа, гидрографии поверхности, наличие искусственных сооружений, под которыми необходимо оставлять крупные охранные целики. В некоторых случаях границы принимаются по условным линиям, исходя из количества запасов, необходимого для обеспечения работы будущего угледобывающего предприятия на нормативный (планируемый) срок. Глубина разведки устанавливает-

ся с учетом сложившегося в данном районе вскрытия и способа разработки месторождения, опыта эксплуатации и технико-экономических проработок данных о горно-геологических особенностях отработки запасов.

Открытым способом преимущественно разрабатываются месторождения с горизонтальным и пологим залеганием мощных пластов на относительно небольшой глубине от поверхности, а также верхние горизонты мощных крутопадающих пластов. Месторождения, где возможна открытая разработка углей, в настоящее время выявлены почти во всех бассейнах и угленосных районах СССР, за исключением Донецкого, Львовско-Волынского и Печорского. В Экибастузском, Днепровском, Канско-Ачинском, Иркутском бассейнах открытый способ разработки является основным.

Определяющий показатель для применения открытого способа разработки—предельный коэффициент вскрыши. На разрабатываемых в СССР месторождениях величина его (м<sup>3</sup>/т) изменяется от 10 (месторождения Северного Казахстана, Кузнецкого бассейна, Забайкалья) до 20 (Днепровский, Южно-уральский, Канско-Ачинский бассейны) и в отдельных случаях до 30—33; в благоприятных геологических условиях (Бабаевское, Ангренское, Назаровское, Ирша-Бородинское месторождения) линейный коэффициент вскрыши не превышает 6:1. Глубины действующих разрезов достигают 370 м (Коркинский в Челябинском бассейне), проектные (Бачатский в Кузбассе) 300—500 м.

Предельная глубина подземной разработки принимается также с учетом сложившегося в данном районе опыта эксплуатации. В наиболее интенсивно разрабатываемом Донецком бассейне, верхние горизонты которого до глубины 600—800 м в значительной мере выработаны или промышленно осваиваются, для строительства новых и реконструкции действующих шахт в настоящее время подготавливаются участки на глубинах 800—1200 (до 1500) м. В Кузнецком, Карагандинском и Печорском бассейнах глубина, до которой проводится детальная разведка в интенсивно осваиваемых районах, составляет в среднем 600 м, в новых районах—300 м от дневной поверхности. Для других районов СССР максимальные глубины подземной разработки и соответственно детальной разведки принимаются также 300—600 м от дневной поверхности.

При определении производительности угледобывающего предприятия и срока его работы, положения эксплуатационных горизонтов, количества угольных пластов, вовлекаемых в одновременную разработку и календарных сроков освоения запасов, учитываются положения действующих основных направлений и норм технологического проектирования угольных шахт, разрезов и обогатительных фабрик с ограничениями, накладываемы-

ми газовым режимом месторождения и проявлением других природных явлений, осложняющих ведение горно-эксплуатационных работ. Учитываются решения, принятые при горно-техническом обосновании утвержденных временных кондиций.

Проводимые на стадии детальной разведки работы конкретизируют и уточняют полученные в результате предварительной разведки представления об особенностях геологического строения изучаемой площади, промышленной значимости угольных пластов, степени их выдержанности, контурах промышленного распространения, тектоники месторождения (характер и степень осложненности основных структурных форм залегания пород угленосной толщи дополнительными складками, волнистостью, флексурами, разрывными нарушениями).

Приповерхностные части месторождения (участка) изучаются с особой тщательностью. В открытых бассейнах и месторождениях и при неглубоком наклонном залегании угленосных отложений должны быть прослежены выходы основных рабочих пластов под покровные отложения, на закрытых месторождениях (участках) — получены данные, необходимые для построения гипсометрического плана поверхности погребенных угленосных отложений. Должны быть изучены состав и свойства покровных отложений, наличие в них полезных ископаемых, определена глубина физического выветривания пород, положение нижних частиц выветривания пород и окисления углей. На месторождениях (участках), пригодных для открытого способа разработки, наиболее детально разведываются площади с минимальной мощностью покровных отложений, максимальной мощностью угольных пластов, наименее сложными инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями, районы заложения разрезных траншей и первых выемочных уступов; на шахтных полях — участки, где намечается проходка стволов и рудворов, капитальных горно-подготовительных выработок.

Разведка месторождения (участка) на глубину проводится, в основном, скважинами при подчиненной роли горных выработок. Необходимость проходки горноразведочных выработок, их объемы, назначение и соотношение со скважинами определяются в каждом конкретном случае, исходя из геологических особенностей месторождения, глубины залегания угольных пластов, рельефа и застроенности поверхности различными сооружениями и коммуникациями и других геолого-экономических факторов. При возможности осуществляется бурение подземных разведочных скважин.

При горизонтальном и близком к нему залегании угольных пластов разведочные выработки располагаются по квадратной или прямоугольной сети. При наклонном, крутом и сложно-складчатом залегании пород разведочные выработки закладываются в профилях, ориентированных вкрест простирания про-

дуктивной толщи. Расстояния между скважинами в профилях должны быть всегда меньше расстояний между профилями; эти расстояния и глубины скважин определяются необходимостью получения перекрытого разреза и однозначной увязки данных между смежными выработками. Целесообразно проводить сгущение выработок на нескольких опорных профилях как по падению, так и по простиранию пород продуктивной толщи с интервалами, обеспечивающими получение надежных представлений о закономерностях изменения мощности, строения и гипсометрии угольных пластов, характере тектоники с установлением местоположения и амплитуд разрывных нарушений и флексурных складок. Число опорных профилей (включая пройденные на стадии предварительной разведки) увязывается с размерами шахтного (карьерного) поля, степенью выдержанности основных рабочих пластов и тектонической сложностью различных частей изучаемой площади. Как правило, должно быть не менее одного опорного профиля вкрест простирания наклонно залегающих пород угленосной толщи на четырехкилометровом их простирании. Опорный профиль по простиранию пород при наклонном их залегании рекомендуется совмещать с изогипсой основного пласта (на многопластовых месторождениях — одного из основных рабочих пластов, залегающего в средней части разреза продуктивной толщи), примерно соответствующей отметке вскрытия его на первом эксплуатационном горизонте. Расшифровке деталей тектоники способствуют данные по прослеживанию выходов основных рабочих пластов (рис. 29).

На основе результатов предварительной разведки и данных по опорным профилям уточняется, к какой группе по сложности геологического строения и характеру угленосности относится

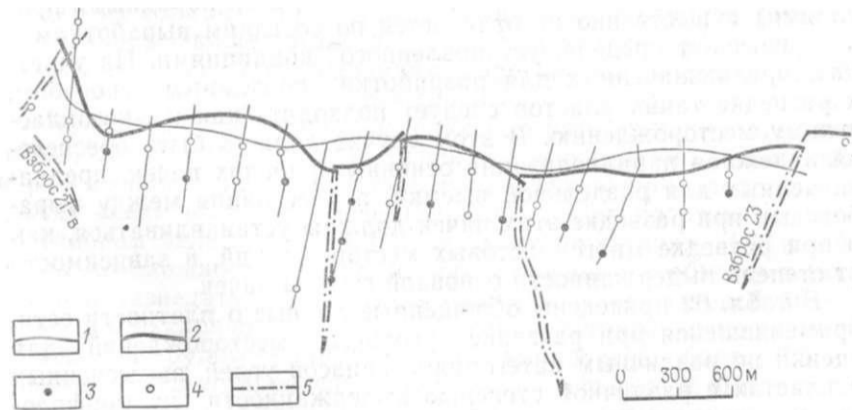


Рис. 29. Построение выхода пласта:

1 — по предварительному построению; 2 — с учетом дополнительных данных; скважины: 3 — первого периода работ; 4 — дополнительные; 5 — разрывные нарушения

изучаемая площадь (или ее наиболее крупные части) и соотношение запасов различных категорий, которое должно быть получено в результате детальной разведки. Соответственно группе и с учетом конкретных особенностей геологического строения месторождения (участка), сложности условий залегания и степени выдержанности морфологии, мощности и строения угольных пластов, а также качества угля, планируется плотность разведочной сети, размещение разведочных выработок, их глубина, целевое задание. На ненарушенных и слабонарушенных (с крупноблочным строением) месторождениях, промышленная ценность которых связана с одним пластом (залегью), расстояния между разведочными выработками определяются в основном выдержанностью мощности и строения этого пласта, а для углей с высокой (выходящей за пределы кондиций) материнской или среднепластовой (с учетом засорения внутренними породными прослоями) зольностью — изменчивостью этого показателя.

На многопластовых месторождениях основные объекты детальной разведки — выдержанные и относительно выдержанные пласты. Выбор расстояний между выработками при наличии пластов с различной степенью выдержанности, как правило, должен основываться на той группе пластов, которая включает основные запасы угля. Вопрос о необходимой степени разведанности невыдержанных пластов должен решаться в зависимости от их положения в разрезе, относительного промышленного значения и сроков вовлечения в отработку.

Мощные и весьма мощные пласты сложного строения при разведке участков, намечаемых к разработке открытым способом, могут рассматриваться в целом как относительно выдержанные, если их зольность (с учетом засорения породными прослоями) существенно не отличается по соседним выработкам и не превышает предела, установленного кондициями. На участках, предназначенных для разработки подземным способом, к разведке таких пластов следует подходить как к многопластовому месторождению. В этом случае должна быть обеспечена надежная параллелизация основных рабочих пачек, предназначенных для раздельной выемки, а расстояния между выработками при разведке этих пачек должны устанавливаться, как и при разведке многопластовых месторождений, в зависимости от степени выдержанности основной группы пачек.

В табл. 62 приведены обобщенные данные о плотности сети, применявшейся при разведке угольных месторождений для оценки по различным категориям запасов углей, заключенных в пластах с различной степенью выдержанности их морфологии и зольности угля на площадях тектонически однородных блоков. Эти данные могут быть использованы при проектировании геологоразведочных работ, но не являются универсальными.

ТАБЛИЦА 62  
ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ВЫРАБОТКАМИ В ПЛОСКОСТИ ПЛАСТА  
В ТЕКТОНИЧЕСКИ ОДНОРОДНЫХ БЛОКАХ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ КАТЕГОРИЙ  
ЗАПАСОВ (А, В, С<sub>1</sub>) УГЛЯ

Выдержанность морфологии пласта	А		В		С <sub>1</sub>	
	Расстояние, м					
	между линиями	между скважинами на линиях	между линиями	между скважинами на линиях	между линиями	между скважинами на линиях
Выдержанные	600—800	200—400	800—1200	400—600	До 2000	До 1000
Относительно выдержанные	300—400	150—250	400—600	200—300	До 1000	До 500
Невыдержанные	—	—	250—300	150—250	До 500	До 300

Примечание. На месторождениях 2-й группы со сложными условиями залегания угольных пластов или невыдержанным качеством угля расстояния между линиями и скважинами на линиях для категории В принимаются аналогично указанным для категории А.

Для каждого конкретного месторождения рациональная плотность разведочной сети обосновывается с учетом специфических особенностей его геологического строения и характера угленосности, а также рациональной очередности отработки запасов угля.

Площади и горизонты, намечаемые к первоочередной отработке, должны быть разведаны наиболее детально. Заключенные в их контурах запасы угля должны обеспечивать работу шахт и разрезов при залегании пластов под углами более 45° на срок не менее 10 лет, остальных шахт — не менее 15 лет. Размещение площадей первоочередной отработки определяется, исходя из горно-геологических условий месторождения (участка) и, как правило, согласовывается с проектной организацией. Запасы угля на таких площадях (горизонтах) месторождений 1-й и 2-й групп (по сложности геологического строения) должны быть преимущественно разведаны по категориям (соответственно) А+В и В. Положение границ зон размывов, замещений и расслоения угольных пластов определяется при расстояниях между скважинами не более 150—200 м. При пологом и горизонтальном залегании пластов на месторождениях 1-й и 2-й групп по сложности геологического строения необходимо выявить и разведать разрывные нарушения с амплитудой более 10 м; при наклонном и крутом залегании, а также на месторождениях 3-й группы — нарушения с амплитудой более 20 м. Должны быть установлены элементы залегания и амплитуды этих нарушений, ширина и характер зон нарушенных пород, а также охарактеризована возможная степень развития малоамплитудных разрывных нарушений. На участках, предназна-

ченных для разработки подземным способом, должна быть обеспечена надежная параллелизация частей этих пластов (слоев), предназначенных для раздельной выемки, а расстояния между выработками при разведке таких слоев должны приниматься с учетом степени их выдержанности.

Запасы угля за контурами площадей и горизонтов, намечаемых к первоочередной отработке на месторождениях 1-й и 2-й групп, разведываются в степени, обеспечивающей их оценку по категории С. Дополнительные разведочные работы на флангах полей шахт (разрезов), а также на глубоких горизонтах проводятся лишь для выяснения каких-либо нерешенных при предварительной разведке принципиальных вопросов геолого-промышленной оценки заключенных в них запасов. Для прогноза горно-геологических параметров на этих частях используются непосредственные наблюдения и замеры в пройденных выработках и учитываются закономерности и коррелятивные связи между отдельными параметрами (например, между расчленением пластов и зольностью угля, стратиграфическим положением пласта и марочным составом угля), выявленные на более детально разведанных частях месторождения. Перевод запасов категории С1 в более высокие осуществляется в процессе промышленного освоения месторождения (участка) по данным эксплуатации, эксплуатационной разведки и при необходимости—доразведки.

На месторождениях (участках) с очень сложным (чешуйчатым, мелкоблочным) строением, относимых по этой причине к 3-й группе, размещение скважин при детальной разведке следует производить так, чтобы обеспечить построение сгущенных разведочных профилей вкрест преобладающему простиранию основных форм складчатости и зон крупных и мелких разрывных нарушений. На тектонически сложных месторождениях 2-й и 3-й групп, особенно отличающихся повышенной газоносностью и потенциальной выбросоопасностью, при размещении разведочных выработок с целью количественной оценки газоносности углей и пород дополнительно учитываются необходимость детализации мелкой складчатости пластов, положения разрывных нарушений, их типов и амплитуд и ширины зон нарушенных пород.

При наличии в районе аналогичных разрабатываемых месторождений для обоснования принимаемой плотности разведочной сети на оцениваемом месторождении, и в частности, при разведке на участках, смежных с разрабатываемыми площадями, следует как можно полнее использовать данные разработки о выявленных закономерностях в изменении мощности, строения, условий залегания пластов и качества углей, а также о тектонике, газоносности углей и вмещающих пород, гидро- и горно-геологических условиях.

## ДОРАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Доразведка может выполняться на ранее детально разведанных и не освоенных промышленностью, а также на разрабатываемых месторождениях.

Доразведка ранее детально разведанного и не освоенного промышленностью месторождения проводится при необходимости дополнительного его изучения до вовлечения в разработку в связи с пересмотром намечавшихся масштабов и технологии добычи, способа вскрытия полезного ископаемого, направления использования сырья и технологических схем переработки полезного ископаемого, изменением требований стандартов и технических условий к качеству сырья и номенклатуре получаемой из него продукции, а также в случаях несоответствия имеющейся геологической информации требованиям действующей классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Разведочные системы и плотность разведочной сети при доразведке месторождения, не освоенного промышленностью, определяются ее задачами с обязательным использованием данных по пройденным ранее разведочным выработкам, а также имеющегося керна, дубликатов проб, геологической документации и других материалов.

Задачами доразведки разрабатываемого месторождения являются:

1) последовательное в увязке с планами развития горных работ уточнение геологического строения, горно-геологических условий месторождения и качества полезного ископаемого на недостаточно изученных при детальной разведке участках поля шахты или разреза (фланги, глубокие горизонты, обособленные тела полезных ископаемых) с переводом запасов категорий С<sub>2</sub> и С1 в более высокие при соблюдении требований, установленных классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых;

2) дополнительное изучение вещественного состава и свойств полезного ископаемого (включая проведение геолого-технологического картирования) в случаях уточнения направлений его использования, пересмотра требований стандартов или технических условий к качеству добываемого сырья и технологических схем его переработки;

3) разведка слабо изученных смежных с полем действующей шахты (разреза) площадей (участков) месторождений для восполнения отработанных запасов или расширения сырьевой базы действующего угледобывающего предприятия. При проведении такой доразведки разведочные работы осуществляются с соблюдением общей их стадийности. Системы и плотность разведочной сети корректируются по результатам сопоставления

материалов ранее проведенной разведки и разработки изучаемого месторождения.

По результатам доразведки подсчитываются и утверждаются в установленном порядке вновь выявленные запасы угля, при необходимости — переоцениваются ранее утвержденные запасы. В последнем случае в границах прежнего утверждения производится сопоставление ранее утвержденных и вновь подсчитанных балансовых запасов угля. Если общее (суммарное) количество вновь подсчитанных балансовых запасов категорий А+В+С<sub>1</sub> увеличилось в результате доразведки на сопоставимых площадях по сравнению с ранее утвержденными более чем на 50%, а также в случаях, когда общее количество списанных и намечаемых к списанию в процессе разработки и при доразведке месторождения, как неподтвердившихся и нецелесообразных для отработки по технико-экономическим причинам, балансовых запасов угля категорий А-В-С<sub>1</sub> превышает нормативы, установленные действующим положением о порядке списания запасов полезных ископаемых с баланса горнодобывающих предприятий, должны быть выполнены пересчет запасов поля шахты (разреза) и переутверждение их ГКЗ СССР (ТКЗ) в установленном порядке.

## ГЛАВА 11 ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА УГЛЯ

### ОПРОБОВАНИЕ

Качество угля изучается практически с момента открытия месторождения до отработки разведанных на нем запасов. Изучение качества угля производится отдельно по всем угольным пластам как в условиях их естественного залегания, так и в виде добытого и отгруженного с угледобывающего предприятия, а также при поступлении его на углеобогащательные (углепотребляющие) предприятия. Для получения сравнимых показателей качества угля необходимо соблюдение постоянства условий отбора, хранения и подготовки проб, условий, в которых проводятся их испытания, определенность исходного состояния испытываемой пробы — соблюдение норм, правил и требований, предусмотренных действующими стандартами и техническими условиями.

**Отбор проб** при разведке угольных месторождений проводится в обнажениях и расчистках выходов угольных пластов, из забоев и стенок горно-разведочных выработок, керна скважин, а на разрабатываемых месторождениях — из горно-подго-

товительных и очистных выработок. Некоторые показатели качества угля определяются по результатам геофизических исследований в скважинах, включающих отбор образцов из интервалов залегания угольных пластов боковым стреляющим грунтоносом.

Отбор проб в обнажениях и горных выработках осуществляется бороздовым, валовым и штуфным способами. Основной способ — бороздовый. Валовой используется для отбора крупных проб, направляемых для изучения технологических свойств углей в ползаводских или заводских условиях, штуфной — для изучения состава и свойств петрографических разностей угля и определения кажущейся плотности (объемной массы) углей. Керновые пробы, по существу, представляют собой аналоги проб, отобранных бороздовым способом. Характер пробы, длина опробуемых интервалов, начальная масса проб, расстояния между точками пробоотбора зависят от мощности и сложности строения пластов, изменчивости петрографического состава и качества углей.

Отбор пластовых проб осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 9815—75, отдельно для угля и породных прослоев, не включаемых в пачку угля. К породным прослоям относятся все породы, включая углистые с зольностью А<sup>4</sup> выше установленных кондициями для подсчета забалансовых запасов, угля для разведанных и осваиваемых месторождений района с аналогичным качеством угля. Породные прослои мощностью менее 10 мм рассматриваются как составные части тех угольных слоев, с которыми они имеют более прочный контакт.

Отбор рядовых проб при бороздовом (керновом) способах опробования производится по макроскопически выделяемым слоям. Минимальная мощность интервалов опробования при визуальном неоднородном строении угольных тонких и средней мощности пластов (слоев) принимается 0,2—0,3 м, для мощных и весьма мощных пластов, предназначенных для отработки открытым способом, соответственно 1 и 1,5 м. При визуальном однородном строении слоев (пласта в целом), а также при нарушении структуры керна, не позволяющей выделить макроскопически различимые слои, опробование осуществляется равномерными секциями.

Мощность интервалов опробования (длина секций) в этом случае, как правило, не должна превышать: в пластах тонких и средней мощности 0,5—0,7 м для условий подземной разработки и 1,3—1,5 м для условий открытой разработки, а в мощных и весьма мощных пластах соответственно 1—1,5 м и 2—5 м. На площадях распространения пластов, где однородность их строения и отсутствие некондиционных показателей качества угля для отдельных слоев (пласта в целом) доказана предыдущими исследованиями, мощность интервалов опробования может быть

увеличена до мощности слоя (пласта в целом), на весьма мощных пластах — до намечаемой выемочной мощности слоев (высоты уступов разреза). При наличии некондиционных показателей качества угля мощность интервала опробования в крайних частях слоя (пласта) должна быть снижена до 0,2—0,3 м (для весьма мощных пластов, намечаемых к отработке открытым способом, до 1,0—1,5 м). Весьма тонкие пласты опробуются на полную мощность.

Валовые пробы отбираются для производства технологических исследований углей на вновь разведываемых месторождениях и, при необходимости, — из невоскрывших угольных пластов разрабатываемых месторождений. Отбор лабораторных проб производится в соответствии с требованиями ГОСТ 10742—71 (СТ СЭВ 752—77) из горно-разведочных и из горно-подготовительных выработок, действующих опытно-эксплуатационных предприятий. При отсутствии горных выработок для указанных целей, а также исследований промышленного значения содержащихся в углях ценных компонентов (серы, германия и др.) формируются групповые пробы, в которые объединяется керновый материал из разведочных и специально проходимых опробовательских скважин большого диаметра.

Обработка (разделка) проб производится с целью приготовления лабораторных и аналитических проб. Лабораторные пробы, полученные в результате измельчения первичных проб до крупности 0—3 мм предназначены для лабораторных испытаний (в том числе для определения влаги) и подготовки аналитических проб. Обработка проб включает операции последовательного (в 2—3 цикла): измельчения (дробления), перемешивания и сокращения. Аналитические пробы, предназначенные для проведения анализов, обычно измельчаются до 0—0,2 мм. При разделке лабораторной пробы для получения аналитической пробы производится подсушивание материала до состояния, близкого к воздушно-сухому. Лабораторные пробы транспортируются и хранятся в таре, обеспечивающей их сохранность (направляемых для определения влаги — герметичность) и заполненной материалом для исследований не более чем на объема. Для хранения аналитических проб в лабораториях используются стеклянные или пластмассовые банки с шлифованными, навинчивающимися или резиновыми пробками. Определения всех показателей (кроме внешней влаги) проводятся параллельно не менее чем из двух навесок с определением среднеарифметических значений каждого показателя из результатов двух наиболее близких определений, если расхождение между ними не превышает допустимых расхождений, предусмотренных стандартом. При расхождении результатов двух определений выше допустимого производится третье. За окончательный результат принимается среднее арифметическое

из двух наиболее близких расхождений в пределах допускаемых стандартом.

**Представительность опробования** — основное требование при изучении качества угля. Состав и свойства пробы должны правильно отражать состав и свойства всего материала, от которого она отобрана.

Надежность принятого способа отбора проб должна быть проконтролирована наиболее представительными способами. Бороздовый способ опробования в горно-разведочных выработках контролируется сопряженными бороздами того же сечения, результатами испытания валовых и задириковых проб. На разрабатываемых месторождениях для этой цели используются также результаты опробования геолого-маркшейдерской службы и ОТК горнодобывающего предприятия. Достоверность керна опробования при различном его выходе проверяется опробованием горных выработок, подработавших скважину, результатами статистической обработки данных по интервалам пересечений данного пласта с различным выходом керна, результатами каротажа и анализа проб, отобранных грунтоносами, сопоставлением с данными эксплуатации. Надежность результатов опробования рассчитывается по наиболее изменчивому показателю — зольности угля в пересчете на сухое состояние угля. Сопоставимость данных по этому показателю заведомо гарантирует представительность отобранной пробы по всем другим параметрам качества угля. При обработке результатов анализов должна учитываться представительность проб: выход керна и возможность избирательного истирания хрупких и сажистых ингредиентов угля, вскрытие пласта не на полную мощность, окисленность угля в точке отбора, сроки и условия хранения проб и т. п. С целью исключения возможного искажения результатов анализов за счет продуктов разложения минеральных веществ необходимо исследовать зависимость значений массовой доли рабочей влаги, выхода летучих веществ, содержания углерода и водорода, а также теплоты сгорания угля от зольности проб.

Для выявления погрешностей в изучении качества угля используются различные методы контроля: повторное и параллельное опробование, сопоставление данных разведки и разработки, внутренний и внешний лабораторный и геологический контроль анализов, математический анализ материалов. Порядок и объем контроля аналитических работ установлен методическими указаниями Министерства геологии СССР.

**Использование геофизических методов** при изучении состава и свойств углей регламентированы условиями, утвержденными ГКЗ СССР (1980). Данные скважинных геофизических исследований могут использоваться при соблюдении следующих условий:

установлена и достоверно доказана взаимосвязь между показателями качества угля и каротажными значениями тех методов каротажа, которые обладают наиболее высокой разрешающей способностью в определении того или иного показателя качества угля. Методика определения показателей качества угля по данным каротажа апробирована Мингео СССР и согласована с ГКЗ СССР;

точность определения показателей качества угля по каротажу не ниже точности определения аналогичных показателей по керну;

при использовании образцов, отобранных боковым стреляющим грунтоносом (ГБС) для определения зольности и других показателей качества угля отбор образцов должен производиться равномерно по пласту через 0,05—0,2 в зависимости от его мощности и сложности строения, а также с учетом необходимости выяснения природы аномалий на каротажных кривых. Отобранные образцы могут быть объединены в пробы с учетом особенностей строения пласта и в соответствии с требованиями, предъявляемыми к пластово-дифференциальному опробованию. Данные анализов должны систематически подвергаться внешнему и внутреннему контролю в соответствии с действующими инструкциями.

#### ХАРАКТЕР ИССЛЕДОВАНИЙ КАЧЕСТВА УГЛЯ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ РАЗВЕДКИ

Характер исследований качества углей зависит от того, как они будут (или могут) использоваться в народном хозяйстве, а число анализов на тот или другой показатель — от степени его изменчивости и значения для промышленной характеристики угля.

На поисковой стадии, когда складываются первые представления о промышленной ценности месторождения, угольные пласты опробуются по всем их пересечениям независимо от мощности, так как ее определение как нерабочей в единичных выработках при очень редкой их сети может оказаться случайным и нехарактерным. Макроскопически и микроскопически изучаются вещественный состав углей, их физические свойства, стадия метаморфизма. Осуществляются технический, элементный, спектральный (на содержание редких элементов) анализы углей, определяются спекаемость и другие технологические свойства.

На стадии предварительной разведки полученные при поисковых работах данные о степени метаморфизма углей позволяют увереннее решать вопрос о характере и объемах исследований качества углей с учетом возможного направления их промышленного использования. Для каждого пласта (исключая

заведомо нерабочие прослои) во всех пересечениях устанавливаются зольность, содержание серы, для каменных углей — выход летучих веществ и спекаемость, для углей марок Б, Д, ДГ, Г, ГЖ — выход и состав первичных смол. Определения влажности, элементного состава, удельной теплоты сгорания, состава и плавкости золы, содержания разновидностей серы в высокосернистых (>1,5%) углях, фосфора, гуминовых кислот, петрографические исследования проводятся при пространственном размещении точек опробования, обеспечивающих получение характеристики каждого пласта по этим показателям и установление общих закономерностей изменения их величин на разведываемой площади (для мощных пластов и в разрезе пласта).

На стадии детальной разведки вещественный и химический состав углей всех рабочих пластов должен быть изучен в такой степени, чтобы можно было установить наиболее рациональное направление их использования, оценить промышленное значение содержащихся в них попутных компонентов.

Для каждого угольного пласта должны быть обеспечены достоверное определение марки и технологической группы и подгруппы угля, характер проявления процессов физического и химического (окисление) выветривания. На площадях, намеченных к первоочередной отработке, границы распространения неокисленных углей, а также углей различного марочного состава (технологических групп и подгрупп) должны устанавливаться на расстоянии между разведочными выработками 300—500 м. Границы зон физического выветривания и химического окисления устанавливаются с точностью не менее 50 м в плоскости пласта, а при наклонном и крутом залегании — до 10 м по вертикали.

Для каждого рабочего пласта, а также для пластов мощных и сверхмощных дополнительно по частям, подлежащим отдельной (по слоям, уступам) отработке, с дифференциацией по окисленным и неокисленным углям различного марочного состава (технологических групп и подгрупп) должны быть определены макро- и микрокомпонентный состав, предельные и средние значения, предусмотренных государственными стандартами и кондициями показателей, качества угля, которые обуславливают направление промышленного использования, содержания попутных компонентов, имеющих промышленное значение, и вредных примесей. Качество углей в пластах нерабочей мощности изучается по ограниченному числу проб и сокращенным программам.

Зольность угля, массовая доля серы в высокосернистых углях, выход летучих веществ и пластометрические показатели для спекающихся каменных, выход битумов из битумсодержащих углей определяются по рядовым пробам из всех пласто-

ресечений. Средние для пласта или его частей, подлежащих отдельной отработке значения зольности, массовой доли серы, выхода битумов определяются расчетным путем в порядке, установленном ГОСТ 9815—75. Для показателей, среднее значение которых при определении расчетным путем может быть существенно искажено (выход летучих веществ из спекающихся углей и пластометрические показатели), параллельно с дифференциальным (последовательным) опробованием производятся анализы объединенных проб, составляемых для пласта (самостоятельной его части) из рядовых проб. По объединенным пробам производятся также анализы для определения массовой доли рабочей влаги, серы в малосернистых и среднесернистых углях, относительного содержания разновидностей серы в повышеносернистых углях, выхода смол, гуминовых кислот, элементного состава, химического состава и свойств золы и других показателей. Количество определений этих показателей (сеть опробования) устанавливается с учетом степени их изменчивости, необходимости получения достоверных данных для каждого рабочего пласта о средних значениях, пределах колебания их величин и выявленных закономерностях изменения по площади, а также в разрезе сверхмощных пластов.

Для характеристики некоторых показателей качества угля могут быть использованы результаты геофизических исследований в скважинах по апробированным методам, а также анализы проб, отобранных грунтоносами.

Изучение технологических свойств угля (обогащаемости, коксующести, условий подготовки для сжигания и др.) при разведке производится, как правило, в лабораторных и полупромышленных условиях, с привлечением накопленного опыта их разработки и промышленного использования. Технологические пробы должны отвечать по составу, физическим и другим свойствам средним показателям качества угля оцениваемого пласта или групп однородных по свойствам пластов. При отборе технологических проб и выборе мест отбора (горноразведочных выработок, опробовательских скважин) необходимо учитывать изменчивость качества углей по простиранию и на глубину с тем, чтобы обеспечить полноту характеристики их технологических свойств на всей площади распространения с учетом такой изменчивости. При использовании для оценки технологических свойств угля разведываемого месторождения (участка) данных опыта использования добываемых в районе углей аналогия этих свойств должна быть подтверждена сопоставлением соответствующих показателей вещественного и химического состава и результатами лабораторно-технологических исследований.

Для неосвоенных промышленностью типов и для новых процессов промышленного использования углей технологические исследования проводятся по программам, согласованным с за-

казчиком (потребителем) и организацией, производящей эти исследования. В сложных случаях организация-исполнитель технологических исследований и программа испытаний утверждаются министерством, осуществляющим геологоразведочные работы.

Для оценки технологических свойств угля на глубоких горизонтах месторождений, недоступных для отбора представительных по массе проб, следует использовать выявленные закономерности в изменении качества угля, данные технологического изучения проб малой массы и петрографические методы определения его обогащаемости, коксующести и других свойств.

На разрабатываемых месторождениях угольные пласты должны быть равномерно по падению и по простиранию опробованы в подготовительных и очистных выработках, примыкающих к оцениваемой по данным разведки площади. Обобщаются и используются данные опробования, произведенного геологической и маркшейдерской службами и ОГК горнодобывающего предприятия.

По результатам опробования и технологических исследований с учетом классификации углей по генетическим и технологическим параметрам (см. табл. 27) и в соответствии с требованиями государственных стандартов должны быть установлены все возможные и наиболее рациональные направления использования углей в народном хозяйстве и необходимые процессы его предварительной обработки (сортировка, обогащение, брикетирование, шихтование и др.).

Обязательным при изучении качества угля является установление в нем наличия (или отсутствия) токсичных и потенциально токсичных элементов.

## ГЛАВА 12

### ИЗУЧЕНИЕ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

#### ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Гидрогеологические исследования являются составной и неотъемлемой частью геологоразведочного процесса. При проведении геологоразведочных работ определяются потенциальные ресурсы поверхностных и подземных вод, которые будут участвовать в обводнении горных выработок или могут быть использованы как источники водоснабжения.

Изучаются гидрологические условия района и месторождения (участка), имеющиеся вблизи месторождения или на его площади болота, поверхностные водотоки и водоемы, источни-

ки, положение уровней вод в меженный и паводковый периоды, площади, заливаемые в паводки.

Выявляются основные водоносные горизонты в покровных и вмещающих угли отложениях: их мощность, литологический состав, распространение и фациальная изменчивость водовмещающих пород по площади и в разрезе. Устанавливаются фильтрационные и емкостные свойства водовмещающих пород, местоположение, размеры и характер наиболее обводненных участков—погребенных аллювиальных долин, зон карстования, дробления, горелых пород, таликов среди многолетнемерзлых пород, положение уровней, величины напоров над кровлей горизонтов и относительно угольных пластов (залежей), характер пьезометрической (уровенной) поверхности подземных вод. Определяются характер взаимосвязи водоносных горизонтов (или отдельных водоносных трещинных зон) между собой и с поверхностными водами, положение и мощность разделяющих водоупорных и слабопроницаемых пластов, возможность фильтрации поверхностных вод в горные выработки. Устанавливаются режим подземных вод по сезонам года и в многолетнем разрезе, амплитуды колебаний уровней, температур, дебитов источников и самоизливающих воду скважин, химический и бактериологический состав поверхностных и подземных вод.

Гидрогеологические исследования проводятся параллельно с основными геологоразведочными на всех стадиях изучения месторождения.

В процессе поисковых работ создаются общие представления о гидрогеологических условиях района выявленного месторождения, которые основываются на литературных и фондовых материалах, результатах гидрогеологической съемки и гидрогеологических наблюдений в разведочных выработках. Используются материалы по гидрогеологии известных в районе аналогичных месторождений. При оценке гидрогеологических условий отмечаются их особенности, которые должны изучаться в дальнейшем более детально.

На стадии предварительной разведки гидрогеологические условия месторождения уточняются специальными исследованиями, позволяющими предварительно количественно охарактеризовать основные их показатели и влияние на вскрытие и разработку месторождения. Для месторождений со сложными гидрогеологическими условиями объем исследований должен быть достаточным для решения вопроса о целесообразности детальной разведки.

В результате детальной разведки гидрогеологические условия должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей составление проекта горнодобывающего предприятия. Результаты гидрогеологических исследований должны обеспечить достоверную оценку участия поверхностных и подземных вод в

обводнении горных выработок, расчет возможных водопритоков в горные выработки, обоснование мероприятий по изоляции поверхностных вод, удалению вод из горных выработок, при необходимости—по предварительному осушению месторождения.

Для подземной разработки углей осуществляется расчет возможных водопритоков (максимальных и средних) в стволы шахты и к системе горных выработок, проходка которых предусматривается ко времени ввода шахты в эксплуатацию. Для открытой разработки расчет выполняется на 100 м вскрышной траншее и в разрез—для площади, намечаемой к освоению ко времени ввода его в действие. Рассчитываются также возможные максимальные единовременные водопритоки при полном развитии горно-эксплуатационных работ. При расчете водопритоков в разрез должна учитываться возможность поступления талых и ливневых вод.

С учетом развития горных работ необходима дополнительная оценка условий обводнения горно-подготовительных и горно-эксплуатационных выработок, особенно для участков, которые находятся в гидрогеологических условиях, отличных от тех, для которых выполнен расчет, например при приближении выработок к поверхностным водотокам и водоемам, к зонам карстования, дробления, горельникам, старым затопленным выработкам, таликам в районах развития многолетней мерзлоты и др.

Определяются химический и бактериологический состав поверхностных и подземных вод, насыщенность их газом, агрессивность по отношению к бетону и металлическим конструкциям, содержание в подземных водах полезных и вредных примесей, возможность использования этих вод для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, орошения земель или извлечения из них ценных компонентов. Разрабатываются рекомендации о необходимости и способах очистки, охраны от истощения и загрязнения поверхностных и подземных вод, которые используются или могут быть использованы для водоснабжения. Согласовывается с заинтересованными организациями возможность сброса вод из шахт (разрезов) в поверхностные водоемы и водотоки. В случае необходимости их захоронения путем закачки в другие водоносные горизонты приводятся данные исследований, обосновывающие возможность такого захоронения. Даются рекомендации по возможным источникам хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения горнодобывающего и обогатительного предприятий.

При наличии в районе месторождения действующих шахт или разрезов с аналогичными гидрогеологическими условиями используются данные, характеризующие степень обводненности горно-подготовительных и горно-эксплуатационных выработок этих предприятий (характер поступления подземных вод в выработки), сопоставление прогнозных и фактических притоков вод в

процессе горных работ по горизонтам в целом по выработке, анализ причин расхождений, гидрогеологические осложнения, затрудняющие горные работы; характер и причины случаев резкого повышения водопритоков.

#### ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Инженерно-геологические исследования проводятся на всех стадиях поисково-разведочных работ. На стадии поисков изучаются физико-географические особенности района выявленного месторождения — наличие многолетней мерзлоты, возможность возникновения оползней естественных склонов, селей, снежных лавин, литературные и фондовые материалы по имеющимся горным предприятиям. При проходке горно-разведочных и буровых выработок фиксируются и документируются характер керна, его трещиноватость, закарстованность, случаи оплывания и пучения пород.

На стадии предварительной разведки выполняются литолого-петрографическое описание пород, слагающих покровные отложения и угленосную толщу, отбор и исследования образцов и монолитов из потенциально неустойчивых разностей разреза и пород, непосредственно вмещающих угольные пласты и залежи.

При детальной разведке осуществляется массовый отбор проб и монолитов углей и горных пород для исследования их вещественного состава, физико-механических свойств, литологических, структурных и текстурных особенностей, степени трещиноватости и других инженерно-геологических характеристик. Отбор проб проводится из разведочных выработок с равномерным рассредоточением точек отбора по площади для выявления пространственных закономерностей в изменении геологических особенностей строения и сложения вскрываемых пород (литологических горизонтов), их физико-механических и прочностных свойств в естественном и водонасыщенном состоянии. В районах развития многолетнемерзлых пород необходимо определить положение их верхней и нижней границ, распространение по площади, температурный режим пород, наличие залежей подземного льда, контуры и глубины распространения таликов, изменения физических свойств пород при оттаивании и промерзании и происходящие при этом процессы.

По результатам исследований для условий подземной разработки должна быть дана характеристика инженерно-геологических свойств пород покровных отложений, углей и вмещающих их пород, залегающих в нормальных условиях, в зонах структурных ослаблений, а также в зонах выветривания и окисления. Прогнозируются степень устойчивости пород основной кровли, а также пород, залегающих непосредственно в кровле и почве

основных рабочих пластов, наличие и пространственное распространение слабых разностей пород в кровле (ложной кровли) и почве основных рабочих пластов угля, местоположение участков (зон) структурного ослабления. Разрабатываются рекомендации по предупреждению явлений, которые могут осложнить горно-эксплуатационные работы.

Для условий разработки открытым способом рассчитываются средние и максимальные линейные и объемные коэффициенты вскрыши, объемы внешней и внутренней вскрыши в целом по разрезу и отдельно по покровным отложениям (наносам) и коренным породам с учетом «заоткоски», т. е. с учетом углов погашения. Дается обоснование рекомендуемых значений углов откосов бортов разреза с учетом физико-механических свойств пород, углов их падения и ориентировки плоскостей напластования относительно фронта продвижения выработок. Оцениваются условия равновесия естественных склонов в связи с их подработкой и потерей устойчивости при дополнительной нагрузке отвальными породами или под воздействием динамических нагрузок. Выясняются возможность проявления суффозионных процессов в песчаных породах, вскрываемых бортами разрезов, вероятность разжижения водоносных песчаников, выдавливания глинистых пород в пластическом состоянии, изменении во времени физико-механических свойств гидрофильных пород под воздействием атмосферных агентов. При наличии в породах вскрыши прослоев крепких и абразивных пород даются их характеристика, распространение по площади, в разрезе, доля во вскрыше.

Если в районе месторождения действуют горнодобывающие предприятия, находящиеся в аналогичных инженерно-геологических условиях, используются имеющиеся по ним данные об осложнениях, возникающих при строительстве и эксплуатации.

Требования к инженерно-геологическому изучению месторождений при разведке, составу и методам механических испытаний углей и пород регламентированы соответствующими инструктивными и методическими документами.

#### ИЗУЧЕНИЕ ГАЗОНОСНОСТИ И ДРУГИХ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ

При разведке угольных месторождений изучаются природная газоносность углей и вмещающих пород, склонность углей к пылеобразованию и самовозгоранию, геотермические условия ведения горных работ, влияние состава пород на здоровье человека (пневмокониозоопасность, повышенная радиоактивность и др.). Объем и методика этих исследований определяются конкретными геологическими и горно-геологическими особенностями месторождения. Требования к результатам работ, методические указания по их проведению изложены в соответствующих

нормативных документах. Так, при изучении природной газоносности месторождения следует руководствоваться «Инструкцией по определению и прогнозу газоносности угольных пластов и вмещающих пород при геологоразведочных работах» (1977) и др. [5, 15]. Оценка выбросоопасности угольных пластов и пород должна производиться в соответствии с «Инструкцией по безопасному ведению горных работ на пластах, склонных к внезапным выбросам угля, породы и газа» (Минуглепром СССР, Госгортехнадзор СССР, 1977 г.), «Временным руководством по прогнозу выбросоопасности угольных пластов Донецкого бассейна при геологоразведочных работах» (Мингео СССР, Минуглепром СССР, 1980 г.) и «Временным руководством по применению метода регионального прогноза выбросоопасности пород Донбасса по геологоразведочным работам» (Мингео СССР и АН УССР, 1973 г.).

В освоенных промышленностью районах результаты разведки необходимо увязать с данными, полученными в процессе разработки месторождений; провести сбор и анализ данных о характере газовыделений, категоричности шахт по газу, глубине залегания метановой зоны, изменении метанообильности по годам и в зависимости от глубины разработки и нарушенности, местах и продолжительности суфлярных выделений, внезапных выбросах угля и газа, местоположении очагов подземных пожаров, причинах их возникновения и т. п.

На основе изучения геологических факторов прогнозируются газовый режим горно-эксплуатационных работ, потенциальная удароопасность. Определяются склонность углей к пылеобразованию и самовозгоранию, влияние состава пород на здоровье людей — пневмокониизоопасность, радиоактивность, а также геотермические условия — величина геотермического градиента и положение изотермы  $-1-26^{\circ}\text{C}$ .

## ГЛАВА 13 ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ УГЛЯ

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Подсчет запасов — завершающий этап поисково-разведочного процесса в целом и каждой отдельной его стадии. При необходимости он осуществляется в процессе разработки месторождения (по результатам доразведки и эксплуатационной разведки).

На графической основе оконтуриваются площади установленного и прогнозируемого распространения угольных пластов.

определяются их формы, размеры, величины основных параметров (мощность, внутреннее строение, элементы залегания) и закономерности пространственного изменения этих величин. В соответствии с установленными кондициями (или принятыми по аналогии параметрами) наносятся контуры подсчета балансовых и забалансовых запасов, границ распространения углей различных марок (технологических групп и подгрупп), подразделения запасов углей по степени их изученности (категориям).

Запасы углей ( $Q$ ) подсчитываются в единицах массы (в т) при естественной влажности по элементарной формуле:

$$Q = V d_{ar},$$

где  $V$  — объем тела полезного ископаемого (угольного пласта, залежи) или его части, выделенной для подсчета;  $d_{ar}$  — кажущаяся плотность угля в естественном залегании.

Запасы сопутствующих полезных ископаемых подсчитываются в соответствии с методическими принципами, требованиями промышленности к данному виду сырья и кондициями, установленными для их подсчета на оцениваемом месторождении.

Запасы имеющих промышленное значение попутных компонентов ( $P_k$ ) подсчитываются в контурах подсчета запасов углей и сопутствующих полезных ископаемых по формуле

$$P_k = Qc,$$

где  $Q$  — запасы угля (сопутствующих полезных ископаемых);  $c$  — среднее содержание в них попутного компонента.

### МЕТОДЫ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ

Полезные ископаемые залегают в земной коре в виде тел ограниченных сложными поверхностями. Для подсчета запасов выполняется графическое упрощение формы тел с преобразованием их в геометрические фигуры, ограниченные плоскостями что облегчает вычислительные операции. Методические приемы такой геометризации определяются геологическими особенностями месторождения (главным образом, морфологией тел полезного ископаемого и условиями их залегания), а также степенью их изученности и пространственным расположением разведочных выработок.

На ранних стадиях изучения месторождений применяются геолого-статистический и среднеарифметический методы подсчета запасов.

Геолого-статистический метод основан на использовании аналогии — переноса на неразведанную площадь геологических представлений о ее строении и продуктивности (усредненных величин параметров подсчета), полученных при

детальном изучении месторождений того же формационного типа. На угленосных площадях подсчет запасов выполняется обычно применительно к продуктивной толще (свита, горизонт). Возможная площадь ее распространения определяется по данным геологической съемки и геофизических исследований, а угленасыщенность — по усредненным величинам мощности суммарного рабочего пласта или коэффициента рабочей угленосности, установленным для месторождения-аналога. Для расчета этих величин иногда используются замеры и результаты опробования вскрытых в разрезе продуктивной толщи угольных пластов. Обычно вводятся поправочные коэффициенты, учитывающие возможное уменьшение запасов в результате генетического выклинивания пластов, развития внутрiformационных размывов, усложнения тектоники, которое может сопровождаться утратой промышленной значимости отдельных участков.

Запасы угля ( $Q$ ) определяются по формулам:

$$Q = Vqd_a^r k \text{ или } Q = Spd_a^r k,$$

где  $V$  — объем угленосной толщи на площади подсчета;  $q$  — коэффициент угленосности;  $S$  — площадь подсчета;  $p$  — мощность суммарного пласта;  $k$  — поправочные коэффициенты на уменьшение запасов в результате возможной утраты промышленной ценности отдельных участков;  $d_a^r$  — кажущаяся плотность угля.

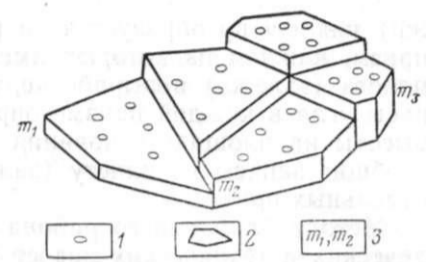
Метод среднего арифметического заключается в рассмотрении тела полезного ископаемого (пласт, залежь) на всей площади его распространения (или выделенной части) как единой призмы с постоянной высотой, соответствующей усредненной мощности тела полезного ископаемого. Высота призмы определяется как среднеарифметическое из данных о мощности пласта (залежи) по всем выработкам, пересекающим ее на площади подсчета. Формула подсчета в этом случае имеет вид:

$$Q = S \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{n} d_a^r,$$

где  $S$  — площадь подсчета;  $\frac{\sum_{i=1}^n m_i}{n}$  — среднеарифметическое значение мощности пласта по выработкам;  $d_a^r$  — кажущаяся плотность угля.

При значительных колебаниях мощности пластов (залежей) и качества угля, а также при сложных условиях их залегания метод среднеарифметического не создает условий для дифференцированной оценки промышленного значения и степени изученности отдельных частей месторождения (площади подсчета). Как правило, он используется для подсчета запасов нена-

Рис. 30. Преобразование тела пласта при подсчете запасов методом геологических блоков:  
1 — скважины; 2 — границы подсчетных блоков; 3 — средние (для блока) мощности пласта



рушенных или слабонарушенных выдержанных по мощности, составу и качеству пластов (залежей), а также для контроля результатов подсчета, выполненного другими методами. Его применяют также при необходимости осуществления быстрого оперативного подсчета запасов угля в продуктивных толщах на слабозазведанных площадях с использованием при этом величин мощности суммарного пласта или коэффициента угленосности.

Метод геологических блоков. Оконтуренные для каждого пласта (залежи) на подсчетных планах площади распространения балансовых и забалансовых запасов подразделяются на блоки, характеризующиеся общностью основных параметров горно-геологической оценки — мощности и строения пласта, условий его залегания, степени нарушенности, качества угля, гидрогеологических условий. Тело пласта (залежи) как бы преобразуется в ряд сомкнутых разноразмерных фигур (рис. 30), каждой из которых придают средние характеристики указанных выше основных горно-геологических показателей.

Запасы угля в каждом блоке подсчитываются как произведение его площади на среднюю для блока мощность пласта (залежи) и величину кажущейся плотности; запасы сопутствующих полезных компонентов — как произведение количества запасов угля в блоке на среднее по блоку содержание полезного компонента в угле. Общие запасы угля и заключенных в нем полезных компонентов определяются как сумма запасов, содержащихся в отдельных блоках. Это основной метод при подсчете предварительно и детально разведанных запасов углей.

Метод ближайшего района (нроф. А. К. Болдырева).

Площадь подсчета запасов подразделяется на многоугольники, прилегающие к каждой разведочной выработке, пересекающей пласт (залежь); каждая точка внутри многоугольника ближе к выработке, возле которой он отстроен, чем к любой из смежных. Всем точкам многоугольника придают значения показателей (мощность, строение пластов, качество угля), определенных по соответствующей выработке. Тело пласта (зале-

жи) как бы преобразуется в ряд сомкнутых многогранных призм, каждая из которых имеет высоту, равную мощности пласта (залежи) в выработке, при которой она выделена. Запасы угля в каждой призме определяются как произведение ее высоты на площадь основания и кажущуюся плотность угля, а общие запасы по пласту (залежи)—суммированием запасов отдельных призм.

Методу ближайшего района свойствен ряд серьезных методических и технических недостатков. Границы подсчетных блоков не отражают естественной, обычно плавной изменчивости основных параметров промышленной оценки запасов. Характеристика мощности и строения, качества угля и других данных о пласте (залежи) для блока опирается на замеры (анализы) по единичной выработке, что снижается ее достоверность и точность подсчета. Допущение, что на площади всего блока будут выдержаны показатели, определенные по одной точке, может сопровождаться существенными ошибками и не соответствовать природным особенностям морфологии пластов, качеству угля для блока в целом.

Подсчетные операции громоздки и сложны. В выделенных блоках необходимо дополнительно выделять многочисленные подблоки с запасами различных категорий. Этот метод используется ограниченно, обычно на тех месторождениях или отдельных пластах, где вследствие очень резкой изменчивости мощностей и строения пласта затруднительно выделить крупные блоки, объединяющие выработки с близкими характеристиками этих параметров.

Метод разрезов (сечений). По данным выработок строятся геологические разрезы, на которых изображаются сечения пласта (залежи) в вертикальной или горизонтальной плоскости. На этих сечениях выполняются оконтуривание запасов, выделение фигур подсчета, объединяющих запасы различного промышленного значения (балансовые или забалансовые) и степени разведанности; при этом учитываются однородность геологического строения пласта (залежи), состава и качества угля, идентичность горно-геологических условий.

Подсчетные блоки выделяются между смежными сечениями, на которых оконтуриваются подсчетные фигуры. Объем запасов в блоках определяется как произведение величины линейных запасов подсчетных фигур при условно принятой их толщине в 1 м на длину блока — расстояние между смежными сечениями (разрезами).

Если площади фигур в смежных сечениях более или менее равновеликие, а сечения близки к параллельным, объем блока ( $V$ ) определяют по формуле  $V = \frac{S_1 + S_2}{2} l$ ,

где  $S_1$  и  $S_2$  — площади фигур в смежных сечениях;  $l$  — длина блока (расстояние между сечениями).

Если площади фигур в параллельных сечениях различаются более, чем на 40%, для подсчета объема блока используется формула усеченной пирамиды:

$$V = \frac{S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2}}{3} l.$$

Для краевых блоков, ограниченных с одной стороны сечением, а с другой — неправильной поверхностью тела пласта (залежи), применяются формулы: клина —

$$V = \frac{Sl}{2}$$

или конуса —

$$V = \frac{Sl}{3},$$

где  $S$  — площадь фигуры в сечении;  $l$  — расстояние от плоскости сечения до точки минимальной мощности пласта на линии его выклинивания.

Подсчет на горизонтальных сечениях применяется редко, обычно для определения запасов мощных пластов (залежи) на принятых проектом горизонтах отработки.

Чаще подсчет запасов методов разрезов осуществляется на вертикальных сечениях, так как в этом случае можно использовать больший объем исходных данных. Необходимо уже в процессе разведки предусматривать закладку выработок на более или менее параллельных линиях при достаточно равномерном распределении линий и выработок на них.

При определении длин блоков между параллельными вертикальными сечениями следует учитывать изменения в простирании пластов. При таких изменениях длины блоков замеряются по изогипсам пластов на составляемых дополнительно гипсометрических или погоризонтных планах. Для мощных пластов (залежей) длины блоков определяются как полусумма длин, замеренных по изогипсам их кровли и почвы. При подсчете запасов, приуроченных к замковым частям складок, длины блоков принимаются с учетом наклона и ундуляции их осей.

Вследствие резких изменений простирания пластов и других причин неизбежны случаи непараллельного размещения разведочных профилей и соответственно геологических разрезов. В этом случае для определения объема блоков используются формулы, предложенные А. С. Золотаревым.

При угле между сходящимися разрезами менее  $10^\circ$

$$V = \frac{S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2}}{2} l,$$

а при угле более  $10^\circ$

$$V = \frac{\alpha}{\sin \alpha} \frac{S_1 + S_2}{2} \frac{H_1 + H_2}{2}$$

где  $H_1, H_2$ —длины перпендикуляров, опущенных из проекций центров тяжести площадей фигур в сечении на противоположную разведочную линию, м;  $\alpha$ —угол между сходящимися сечениями, рад.

Метод разрезов (сечений) позволяет более полно учитывать сложные формы залегания и внутреннее строение тел полезных ископаемых, а также детали тектоники, сглаживаемые при искусственной геометризации в других методах подсчета. Он широко используется при подсчете запасов геологически сложных рудных и нерудных месторождений. При подсчете запасов углей он применяется более ограниченно—по мощным и сверхмощным пластам (залежам) в случаях, когда метод геологических блоков не может отразить детали сложных форм залегания, особенно при интенсивной тектонической нарушенности залежей.

Этот метод не рекомендуется, когда геологические разрезы строятся не по выработкам, а по искусственным их проекциям на плоскость разреза.

Метод изолиний применяется при горизонтальном или близком к нему залегании пласта (угольной залежи). На условной плоскости, параллельной напластованию, строятся изолинии равной мощности пласта. Расстояния между изолиниями выбираются в зависимости от формы залежи, характера изменения мощности, густоты сети разведочных выработок, предполагаемых условий разработки (например, высоты уступа при открытой разработке). Интерполяция между данными смежных выработок допускается лишь в случае, если они находятся на одной и той же стороне ската условной топографической поверхности пласта, и осуществляется обычно по закону прямолинейной зависимости, а при возможности—с использованием геологических разрезов.

Запасы подсчитываются по формулам трапеции, усеченного конуса или усеченной пирамиды, призматоида (Симпсона) либо с применением объемной палетки проф. П. К. Соболевского.

Метод изолиний применяется при подсчете запасов мощных угольных пластов (залежей) сложной формы при значительных, но относительно равномерных изменениях мощности и только при достаточно многочисленных выработках, обеспечивающих надежное построение изолиний. Достоинство его—создание наглядного графического изображения формы угольной залежи, облегчающего проектирование и планирование эксплуатационных работ. Вычислительные операции сравнительно просты. Метод этот неприменим на первых стадиях разведки

(из-за недостаточного числа выработок), а также на месторождениях с разрывными нарушениями и со слабо выраженными изменениями мощности пластов.

#### ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

**Построение** графической основы подсчета запасов, оконтуривание угольных пластов и тел попутных полезных ископаемых, определение усредненных для месторождения (подсчетных блоков) параметров подсчета—мощности пластов (залежей), элементов залегания, показателей качества, содержания попутных полезных компонентов, объемной массы—выполняются с использованием исходных данных, полученных по частным пересечениям тел полезных ископаемых разведочными и горно-эксплуатационными выработками, а также по результатам геофизических и геохимических исследований. При подготовке исходных данных наиболее важно установление их представительности—соответствия природным условиям.

Данные о мощности и строении пластов по пересечениям, явно дефектным из-за низкого качества буровых и каротажных работ, неполноты пересечения пласта горными выработками, а также искаженным процессами окисления угля, тектоническими причинами и др., должны активироваться и исключаться из расчетов средних показателей. Они не учитываются при установлении закономерностей изменчивости морфологии того или иного пласта.

**Мощность пластов.** Измеренные по выработкам видимые мощности пласта должны быть пересчитаны в истинные по формулам:

$$m_{и} = m_{г} \sin \beta = m_{в} \cos \beta,$$

где  $m_{и}$ —истинная мощность пласта;  $m_{г}$  и  $m_{в}$ —видимые мощности, соответственно горизонтальная или вертикальная;  $\beta$ —угол наклона пласта к горизонту.

При отклонении выработки (особенно скважины от вертикального и нормального к простиранию пласта направлений) необходимо вносить поправки на зенитные и азимутальные углы выработки (скважины) при пересечении ею пласта по формуле:

$$m_{и} = m_{з} \cos(\beta \pm \alpha) \cos \gamma,$$

где  $m_{з}$ —мощность, замеренная по выработке;  $\alpha$ —зенитный угол выработки;  $\gamma$ —угол между азимутом выработки и азимутом падения пласта.

При значительных зенитных и азимутальных искривлениях скважин использование этой формулы может привести к существенным искажениям в вычислении истинной мощности пласта.

Поэтому в случаях, когда азимутальные отклонения скважины более  $30^\circ$  (при зенитных углах  $\leq 5^\circ$ ) и более  $20^\circ$  (при зенитных углах  $> 5^\circ$ ), рекомендуется пользоваться формулой П. М. Леонтовского:

$$m_{\text{н}} = m_{\text{з}} (\cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta) \cos \gamma.$$

Угол наклона пласта к горизонту  $\beta$  требует тщательного определения. Поскольку угольные пласты не имеют четко выраженной слоистости, замеры часто осуществляются в породах кровли или почвы пласта, что при значительном удалении точек замеров от пласта может вызвать ошибку из-за изменения зенитного угла искривления скважины  $\alpha$ . Многократные замеры угла  $\beta$  в пласте и в непосредственной близости к нему и расчет его среднеарифметического значения позволяют более точно определить этот параметр.

Качество угля. В задачи подсчета запасов входят установление пространственного распределения различных природных типов и сортов (марки, технологические группы и подгруппы) углей и определение в необходимых случаях запасов соответствующих разностей. Кроме того, зольность угля пласта в целом или отдельных частей в случаях превышения ее значения над пределом, установленным кондициями, отражается в принимаемых для подсчета данных о мощности и строении пласта. Поэтому перед подсчетом запасов необходима тщательная оценка представительности полученных при разведке материалов по качеству угля каждого из пластов. Выбраковка результатов анализов должна сопровождаться обоснованием не представительности пробы. Построения на подсчетных планах границ распространения углей различного марочного (группового) состава должна основываться на результатах анализов малозольных или предварительно обогащенных проб.

Среднепластовая (с учетом засорения угля внутрипластовыми породными прослоями) зольность угля  $A_{\text{ср}}^d$  — один из основных показателей кондиционности пласта в точке его вскрытия разведочной или горной выработкой — определяется по формуле:

$$A_{\text{ср}}^d = \frac{A_1^d m_1 (d_{a1}^r) + A_2^d m_2 (d_{a2}^r) + \dots + A_n^d m_n (d_{an}^r)}{m_1 (d_{a1}^r) + m_2 (d_{a2}^r) + \dots + m_n (d_{an}^r)},$$

где  $A_1^d, A_2^d \dots A_n^d$  — зольность каждого угольного и породного прослоя, предназначенного для подсчета;  $m_1, m_2 \dots m_n$  — мощности соответствующих угольных и породных прослоев;  $(d_{a1}^r) \dots (d_{an}^r)$  — величина кажущейся плотности соответствующих угольных и породных прослоев.

Для упрощения расчетов среднепластовой зольности используются графические методы (номограммы).

**Кажущаяся плотность угля.** Частные значения кажущейся плотности угля, определяемые по керну из разведочных скважин, обычно варьируют в широких пределах вследствие природной изменчивости строения пласта и вещественного его состава, а также (в большей мере) недостаточной представительности материала из-за неполноты подъема керна и его избирательного истирания.

Наиболее достоверные результаты дает способ пробной вырубki угля из массива. Однако возможность определений этим способом ограничена необходимостью иметь широкий фронт горных выработок, по которым можно произвести достаточное (для обоснованного расчета средних величин) число замеров. Поэтому способ пробной вырубki применяется, как правило, уже в процессе разработки угольных месторождений для корректировки разведочных данных и более точного учета добычи и потерь угля при разработке.

Частные определения значений кажущейся плотности угля (с обязательным параллельным определением влаги ( $W^r$ ) и зольности ( $A^d$ )) обрабатываются аналитическим или графическим способом для получения используемой при подсчете запасов средней величины этого показателя для каждого пласта (залежи).

При аналитическом способе используется формула:

$$(d_{a^r})_{\text{подсч}} = (d_{a^r})_o + k A^d,$$

где  $(d_{a^r})_o$  — среднее значение кажущейся плотности органической массы угля;  $k$  — коэффициент, характеризующий ее изменение при изменении зольности на 1%;  $A^d$  — средняя величина зольности угля пласта на оцениваемой площади его распространения.

Величины  $(d_{a^r})_o$  и  $k$  рассчитываются по формулам: ; , • • .

$$(d_{a^r})_o = \frac{\sum_{i=1}^n (d_{a^r})_i \sum_{i=1}^n (A^d_i)^2 - \sum_{i=1}^n A^d_i \sum_{i=1}^n (d_{a^r})_i A^d_i}{N \sum_{i=1}^n (A^d_i)^2 - \left( \sum_{i=1}^n A^d_i \right)^2};$$

$$k = \frac{N \sum_{i=1}^n (d_{a^r})_i A^d_i - \sum_{i=1}^n (d_{a^r})_i \sum_{i=1}^n A^d_i}{N \sum_{i=1}^n (A^d_i)^2 - \left( \sum_{i=1}^n A^d_i \right)^2}.$$

П. П. Жуковым и М. Н. Ямпольским (1978) предложен функционально-аналитический метод определения кажущейся плотности угля симость от действительной  $p_{d^r} = \frac{100 d_{a^r}^d}{100 (ad_{a^r}^d + 1) + W^r (d_{a^r}^d - 1)}$

где  $a$  — объем пустот ( $\text{см}^3/\text{т}$ ) в единице массы угля (или породы), заполненных воздухом. Величина его определяется экспериментальным путем, рекомендуется также использовать установленную корреляционную связь между величиной  $a$  и выходом летучих веществ  $V^{daf}$ :

$$a = 0,041 + 0,0004V^{daf}.$$

При графическом способе средние величины кажущейся плотности угля снимаются с графиков зависимости этого показателя от его зольности. Графики отстраиваются по данным параллельных частных определений  $d_a^r$  и  $A^d$ ; средние величины кажущейся плотности угля принимаются соответственно средним для оцениваемого пласта (подсчетного блока) значениям зольности.

При аналитических расчетах и построении графиков следует тщательно анализировать представительность частных определений  $d_a^r$ ,  $W^r$  и  $A^d$ , исключая заведомо недостоверные, сомнительные и искаженные (по взаимозависимости указанных показателей) результаты анализов. На разрабатываемых месторождениях аналитически рассчитанные или графически определенные по данным керновых проб средние величины кажущейся плотности углей следует сопоставлять с полученными по пробным вырубкам.

Для некоторых разрабатываемых на протяжении многих лет бассейнов и месторождений углей различного марочного состава величины  $(d_a^r)_o$  и  $k$  установлены по результатам обработки данных массовых определений (табл. 63) и рекомендуются как достаточно надежные для использования при расчетах средних величин углей на новых участках тех же бассейнов и месторождений. Однако, учитывая влияние на величину кажущейся плотности углей степени их метаморфизма, содержания в них ипритной серы, глубины залегания пластов, достоверность ее должна быть подтверждена контрольными определениями.

Подготовка исходных данных для подсчета запасов попутных полезных ископаемых и компонентов осуществляется согласно действующим инструктивным указаниям и методическим пособиям по соответствующим видам минерального сырья.

#### ГРАФИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ

Представления о пространственном размещении и дифференциальная их оценка по количеству и качеству создаются на основе специально составляемых подсчетных планов (разрезов).

По разведанному месторождению необходимо иметь топографическую основу в масштабе, соответствующем особенностям рельефа поверхности и геологического строения. Топографи-

ТАБЛИЦА 63  
СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН  $(d_a^r)_o$  И  $k$  УГЛЕЙ НЕКОТОРЫХ БАССЕЙНОВ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Бассейн, месторождение	$(d_a^r)_o$	$k$	Исследователи, год
<b>Донецкий</b> Среднекарбоновые угли марки:			Л. Д. Богачева, 1972
Д	1,17	0,006	
Г	1,20	0,008	
Ж	1,17	0,013	
К	1,22	0,011	
ОС	1,23	0,012	
Т	1,27	0,008	
А	1,58	0,005	
<b>Нижнекарбоновые</b> угли марки			
Г			
<b>Подмосковный</b> <b>Печорский</b> <b>Воркутское</b>	1,05	0,01	М. И. Глейзер, 1952
	1,22	0,008	Д. А. Казаковский, М. И. Глейзер, 1948
<b>Кизеловский</b> Угли группы:			
Г6	1,264	0,0052	А. А. Кузнецов, 1959
Ж13	1,214	0,0082	
<b>Челябинский</b> Сидеритизированные угли Коркинского и кальцитизированные Еманжелинского ме- сторождений	1,25	0,007	Г. Л. Фисенко, 1951
	1,25	0,011	Г. Л. Фисенко, 1951
<b>Иркутский</b> <b>Черемховское</b>	1,22	0,007	Д. А. Казаковский, 1948

ческие карты и планы на угольных месторождениях при детальной разведке обычно составляются в масштабах 1:5000—1:10 000, при предварительной — в масштабах 1:10 000—1:25 000. На топографическую основу должны быть нанесены по данным инструментальной привязки все разведочные и эксплуатационные выработки (канавы, шурфы, траншеи, шахты, штольни, скважины и др.), а также местоположение пунктов (линии, точки замеров) геофизических и геохимических исследований. Ситуационный план поверхности должен быть пополнен по состоянию на дату завершения геологоразведочных работ.

По району оцениваемого месторождения обязательно должна быть геологическая карта масштаба 1:25 000—1:50 000 с отражением на ней данных об угленосности и наличии других полезных ископаемых.

Геологическое строение детально разведанного месторождения (участка) должно быть отображено на геологической карте масштаба 1:5000—1:10 000, детальных геологических разрезах, при необходимости — погоризонтных планах, картах и разрезах специального назначения (геокриологических, гидрогеологических, геофизических и др.).

Подсчетные планы составляются в виде проекций угольных пластов (залежей) на горизонтальную (при углах падения пород до 45°) или на вертикальную (при углах падения более 45°) плоскость. При прямолинейном простирании и выдержанных углах падения пород подсчетный план может быть спроектирован на плоскость, параллельную одной из поверхностей (обычно почве) пласта. Как правило, такое проектирование проводится при залегании пластов, близком к горизонтальному (до 8°), когда за величину подсчетной мощности может быть принята вертикальная мощность пласта, а площади проекций, измеренные на подсчетных планах, приравнены к истинным из-за незначительной разницы их величин. Масштаб подсчетных планов в зависимости от сложности геологического строения месторождения и загрузки исходными данными принимается 1:10 000—1:2000 при подсчете запасов по данным детальной разведки, 1 : 25 000—1 : 10 000 — предварительной разведки и 1 : 25 000—1 : 50 000 — по данным поисковых работ.

Для построения подсчетных планов используются геологическая карта месторождения (участка), погоризонтные планы, геологические разрезы; на разрабатываемых месторождениях — планы горных работ.

На подсчетные планы наносятся устья всех выработок, вскрывших пласт, и точки пересечения почвы пласта этими выработками (с учетом зенитного и азимутального искривлений стволов скважин), горные выработки, пройденные в плоскости пласта (штольни, штреки, бремсберги, уклоны, разрезные печи и др.), и точки пересечения пласта горными выработками, пройденными не в плоскости пласта (квершлагги, орты, гезенки и др.). Вблизи точек пересечения пласты выработками наносятся: номер выработки, вскрывшей пласт, нормальная общая и полезная мощности пласта, глубина пересечения почвы пласта, основные показатели качества угля по пластопересечению — среднепластовая (с учетом засорения) и материнская зольности, для спекающихся углей — выход летучих веществ и толщины пластического слоя, для многосернистых углей — сернистость. При небольшой мощности пластов и редкой сети разведочных выработок вблизи точек подсечения пласта наносятся структурные колонки, отражающие его строение и приведенные к нормам мощности слоев различного литологического (петрографического) состава. При большой насыщенности плана — сложных структурных условиях залегания, густом расположе-

**НИИ** разведочных выработок, сложном строении мощных пластов и др. — структурные колонки пластов выносятся на поля чертежа или на отдельные листы, прилагаемые как обоснование подсчета запасов.

Масштаб структурных колонок угольных пластов обычно принимается равным 1 : 50; для мощных и сверхмощных пластов простого строения он может быть уменьшен, при сложном строении мощных пластов структура их изображается с разрывом в однородных литологических и углепетрологических разностях.

Для отражения и учета структурных особенностей месторождения и различных горно-геологических факторов на подсчетных планах отстраиваются гипсометрия почвы пласта, линии его расщепления, пересечения плоскостями разрывных нарушений; оси основных и дополнительных складок, флексур; граничные линии распространения углей различного качества по марочно-му составу (технологическим группам, подгруппам), границы зон выветривания и окисления углей, при необходимости многолетней мерзлоты. Сечение горизонталей подземного рельефа пласта выбирается в зависимости от принятого масштаба планов и углов падения пласта. При масштабе плана 1 : 5000—1:10 000 сечение между горизонталями при крутом падении принимается обычно 100—200 м, при наклонном залегании 25—50 м, при пологом, близком к горизонтальному, 5—10 м. При более крупном масштабе планов горизонталей соответственно сгущаются, при более мелком — разрежаются.

На планы наносятся принятые технические границы действующих, строящихся и проектируемых угледобывающих предприятий.

Для составления подсчетных разрезов — графической основы соответствующего метода подсчета запасов — используются копии геологических разрезов с нагрузкой данными в соответствии с целевым назначением; о мощности и строении пластов (залежей), коэффициенте угленасыщенности, значениях показателей качества угля, нормируемых кондициями горно-геологических параметров, проявлении тектоники и других природных факторов, определяющих промышленную оценку запасов угля.

На подсчетных планах и разрезах в соответствии с установленными кондициями оконтуриваются площади подсчета балансовых и забалансовых запасов, выделяются подсчетные блоки, запасы подразделяются по степени их изученности (категориям).

#### ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОКОНТУРИВАНИЯ

Общие границы подсчета запасов детально разведанных участков устанавливаются в процессе технико-экономического обоснования детальной разведки на разрабатываемых место-

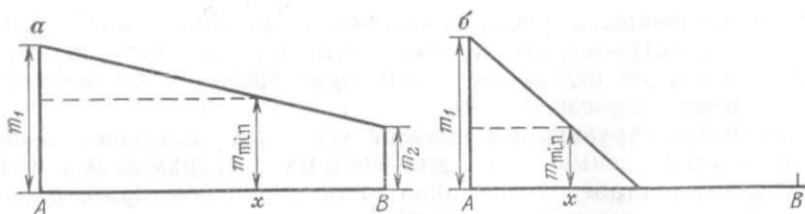


Рис. 31. Определение точки контура ( $x$ ) рабочей мощности пласта при ограниченной экстраполяции:

$a$  — между выработками (А, В), вскрывшими пласт с рабочей ( $m_1$ ) и нерабочей ( $m_2$ ) мощностью;  $b$  — между выработкой А, вскрывшей пласт с рабочей мощностью ( $m_1$ ) и В, не вскрывшей пласт

рождениях, согласовываются с проектными и заинтересованными эксплуатационными организациями. Площади подсчета запасов в отдельных пластах, в пределах общей площади подсчета, определяются контурами, внутри которых запасы отвечают параметрам кондиций по мощности пластов, зольности угля и горно-геологическим условиям.

Построение внешних контуров (изолиний предельной мощности пластов или предельной зольности угля) осуществляется интер- или экстраполяцией соответствующих данных, полученных по выработкам, пересекающим пласт.

В случае, когда в законтурной выработке вскрыт пласт с мощностью или зольностью угля, величиной коэффициента вскрыши и др., не отвечающими требованиям кондиций, положение контура подсчета балансовых (или забалансовых) запасов определяется из условий закономерно направленной прямолинейной изменчивости соответствующего показателя. Точка контура ( $x$ ) находится графически (рис. 31, а) или по формуле:

$$x = \frac{m_{\min} - m_2}{m_1 - m_2} l \quad \text{или} \quad x = \frac{A_{\max}^d - A_2^d}{A_1^d - A_2^d} l,$$

где  $m_1(A_1^d)$  — мощность пласта (зольность угля) в выработке А, пройденной на внутреннем контуре;  $m_2(A_2^d)$  — мощность пласта (зольность угля) в законтурной выработке;  $m_{\min}(A_{\max}^d)$  — предельные значения нормативов кондиций для подсчета балансовых (забалансовых) запасов;  $l$  — расстояние между выработками А и В.

В случае, когда в законтурной выработке пласт не вскрыт, принимается, что нулевой контур (условная линия выклинивания пласта) проходит на середине расстояния между двумя выработками — вскрывшей пласт (А) с кондиционными показателями и показавшей его отсутствие (В); точка рабочего контура ( $x$ ) устанавливается аналитически или графически

между точкой нулевого контура и выработкой, вскрывшей пласт с рабочим значением (рис. 31, б).

Аналогично отстраиваются внутренние контуры подсчета запасов при наличии локальных участков с отсутствием пласта или с некондиционным его значением внутри общего контура подсчета запасов. При достаточно густой плотности разведочных выработок небольшие по размерам участки пласта, где в единичных пластопересечениях наблюдается незначительное несоответствие его мощности или зольности угля значениям этих параметров, принятым для отнесения запасов к балансовым, обычно включаются в подсчет балансовых запасов. При этом в кондициях устанавливаются предельные величины соответствующих показателей. Если такое несоответствие установлено по группе смежных выработок, производится оконтуривание площадей с некондиционными значениями мощности пластов и качества угля (сланца), а заключенные в них запасы относятся к забалансовым или исключаются из подсчета.

Для отнесения к балансовым запасам угля, заключенных в пластах или в их внутриконтурных участках, где широко проявляются мелкие размывы, расслоения, малоамплитудная нарушенность, требуется специальное геологическое и горно-геологическое обоснование. Анализируются частота, масштабность и причины проявления тех или иных отрицательных факторов промышленной оценки запасов, их влияние на количественную и качественную характеристику конкретных пластов и месторождения в целом. Рассматривается целесообразность разработки пластов (или отдельных их частей) с ограниченными запасами угля, удаленных в разрезе или по площади от основной части шахтного (карьерного) поля и требующих самостоятельного вскрытия, или с конфигурацией площадей распространения, не позволяющей применять рациональные системы отработки. Окончательное решение по отработке таких запасов принимается при утверждении постоянных кондиций.

При редкой разведочной сети влияние единичных вскрытых угольных пластов выработок на прилегающую к ним площадь резко возрастает, что обуславливает необходимость выделения по каждой из них контуров подсчета балансовых или забалансовых запасов. Подсчетная мощность в контуре  $S$ , отстроенном по единичной выработке, ограниченной расположенными по правильной сети скважинами, показавшими отсутствие пласта (рис. 32), определяется по формуле:

$$m_{\text{подсч}} = \frac{m_2 + 2m_{\min}}{3}.$$

В случаях, когда за крайними положительными выработками разведка не продолжалась или законтурные выработки удалены на очень большое расстояние, применяется так называемая

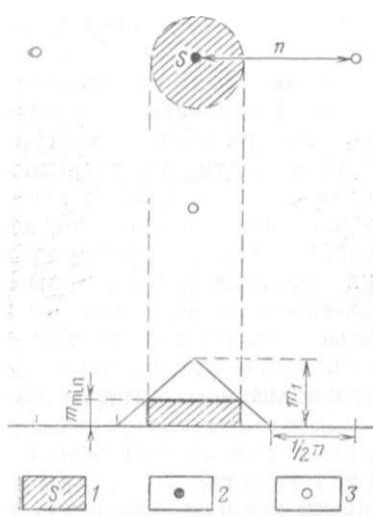


Рис. 32. Определение подсчетной мощности пласта по единичной выработке, вскрывшей пласт с рабочим значением:

$m_{\min}$  — предельная мощность пласта, установленная условиями;  $m_1$  — мощность вскрытого пласта;  $l$  — минимальное расстояние между выработками, вскрывшей и не вскрывшей пласт.  
 1 — контур подсчета; выработки: 2 — вскрывшая пласт; 3 — не вскрывшая пласт

мая «неограниченная» экстраполяция. Для прогноза границ угольного пласта и построения предполагаемого контура его распространения и промышленного значения дополнительно к выявленным на разведанной площади закономерностям изменения морфологии пласта и качества угля используются данные о геологическом строении района и месторождения: развития угленосных отложений и отдельных свит, фациальной изменчивости состава угленосной толщи, структуре залегания и особенностях тектоники месторождения.

#### ВЫДЕЛЕНИЕ ПОДСЧЕТНЫХ БЛОКОВ

Оконтуренная площадь распространения балансовых запасов угля каждого пласта (залежи) подразделяется на подсчетные блоки. При подсчете запасов методами геологических блоков или разрезов подсчетный блок должен быть геологически и технологически однородным и характеризоваться:

- 1) одинаковой степенью разведанности и изученности параметров, определяющих количество запасов, качество минерального сырья и горно-геологические условия его разработки;
- 2) однородностью геологического строения или примерно одинаковой степенью его сложности, близкой степенью изменчивости мощности, строения, вещественного состава полезного ископаемого, основных показателей качества и технологических свойств сырья;
- 3) выдержанностью условий залегания, определяемой приуроченностью блока к единому структурному элементу место-

рождения (крылу замковой части складки, тектоническому блоку, ограниченному разрывными нарушениями и др.);

4) общностью горно-технических условий разработки.

Контур блока ограничивается естественными границами распространения пласта либо линиями, проходящими через разведочные или эксплуатационные выработки, по которым получены необходимые для оценки запасов данные, или линиями интерполяции (экстраполяции), обоснованными геологическими (геофизическими) исследованиями.

Размер и форма блока должны обеспечивать необходимую точность планиметрирования. На подсчетных планах и разрезах стороны блока должны иметь длину не менее 50 мм, следует также избегать выделения блоков излишне вытянутой ИЛИ остроугольной формы. При подсчете запасов методом ближайшего района выделение подсчетных блоков определяется размещением выработок, по данным которых они отстраиваются. Указанные выше принципы выделения подсчетных блоков учитываются в этом случае при объединении смежных подсчетных блоков в площади с одинаковой степенью изученности (категорийностью) запасов.

При подсчете запасов угля на ненарушенных или слабонарушенных месторождениях основной параметр, учитываемый при выделении подсчетного блока, — выдержанность мощности и строения угольного пласта. Как правило, в подсчетный блок должны объединяться площади с близкими характеристиками мощности и строения пласта. При проявлении зональности изменения строения пласта, обусловленной его расщеплением и последующим слиянием, выделение геологических блоков следует проводить с дифференцированным объединением в них участков компактного, расщепленного состояния пласта и площадей, непосредственно примыкающих к линиям его расщепления. При однонаправленном расщеплении пласта на части, имеющие самостоятельное промышленное значение, блокировка запасов также должна увязываться с распределением площадей компактного строения пласта и его отщепившихся частей<sup>а</sup> а также зон, примыкающих к линиям расщепления.

Участки пласта с интенсивными локальными изменениями его морфологии за счет неровностей ложа торфяника, мелких размывов, карстопроявления, воздействия тектонических напряжений и других следует выделять в самостоятельные блоки.

Такой подход к блокировке, как и в случаях дифференциации площадей подсчета при расщеплении пластов, позволяет получать обобщенную характеристику горно-геологических условий отработки заключенных в блоке запасов угля.

Блокировка площадей подсчета запасов на месторождениях с пластами, характеризующимися повсеместной значитель-

ной изменчивостью мощности и строения, осуществляется, исходя из возможности объединения в одном блоке участков с наименьшими перепадами мощностей пластов по смежным выработкам. Снижение точности подсчета запасов в блоках за счет значительных колебаний частных замеров мощности пласта по объединенным в них выработкам учитывается при установлении категории запасов.

Качество угля оказывает на блокировку подсчетных площадей ограниченное влияние. Изменчивость зольности угля учитывается лишь в тех случаях, когда величина ее по отдельным пластопересечениям превышает или близка и может превышать предел, установленный условиями для подсчета той или иной промышленной группы (балансовых или забалансовых) запасов. В этих случаях участки с повышенной (близкой к предельной) зольностью выделяются в отдельные блоки. В отдельные блоки выделяются запасы выветрелых (пригодных для использования) и окисленных углей. Границы распространения неокисленных и окисленных углей различных марок и технологических групп (подгрупп), устанавливаемые, как правило, со значительной долей условности способом прямолинейной интерполяции между смежными выработками, вскрытыми угли, различные по марочной или групповой принадлежности, для оконтуривания блоков не используются. Угли смежных марок и технологических групп (подгрупп) могут быть включены в один блок, с последующим подсчетом запасов углей отдельных марок (групп, подгрупп) по дополнительно выделяемым для этой цели подблокам, разграниченным условной линией их распространения.

При нарушении залегания пластов выделяемые для отдельного подсчета геологические блоки должны быть приурочены к единому определенно выраженному элементу пликативной (крылу, донной или замковой части складки) или разрывной (тектоническому блоку) структуры, характеризующемуся в пределах выделенного блока близкими или закономерно изменяющимися углами падения пласта. Амплитуды колебания углов падения пласта в блоке не должны превышать  $25^\circ$ . Если внутри интервала изменения залегания находится угол падения пласта  $45^\circ$ , амплитуда колебаний по отношению к нему должна превышать  $10^\circ$ . Участки, интенсивно пораженные мелкоамплитудной нарушенностью, обычно объединяются в единые блоки, запасы в которых даже при высокой выдержанности пластов подсчитываются обычно по низким категориям. В самостоятельные блоки выделяются площади, прилегающие к крупным разрывным нарушениям, сопровождающимся обычно зонами дробления пород.

На месторождениях (участках) с очень сложным мелко-блоковым строением границы подсчетных блоков совмещаются

непосредственно с теми разрывными нарушениями, амплитуды которых определяют отдельную отработку **запасов**.

Принципы выделения блоков для подсчета забалансовых запасов аналогичны приведенным выше для подсчета балансовых запасов. Непременное условие блокировки забалансовых запасов — обеспечение возможности их подразделения на подгруппы в зависимости от причин отнесения за баланс: экономических, технологических, гидрогеологических и горнотехнических, с отражением пространственного размещения запасов соответствующих подгрупп.

Блокировка запасов попутных полезных ископаемых осуществляется согласно методическим указаниям, разработанным для соответствующих видов минерального сырья.

Запасы связанных с углем попутных полезных **компонентов** подсчитываются в контурах блоков, выделенных для подсчета балансовых запасов углей или в целом по шахтопластам. Самостоятельная блокировка для них не производится.

#### ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ЗАПАСОВ ПО КАТЕГОРИЯМ

Распределение запасов по категориям, отражающим степень их изученности и достоверности, проводится для балансовых и забалансовых запасов. Степень разведанности забалансовых запасов, как правило, более низкая; поскольку они рассматриваются в качестве возможных объектов **будущего** освоения, детальное изучение параметров подсчета и закономерностей их изменчивости обычно не выполняется.

Запасы категории А должны удовлетворять следующим **требованиям**:

синонимика пласта, степень выдержанности и **закономерности** пространственного изменения его мощности, **строения и основных** показателей качества угля в пределах выделенного блока подсчета запасов установлены достоверно; выделены и **оконтурены** безугольные и некондиционные участки; для мощных пластов сложного строения, **по** которым предусматривается раздельная разработка отдельных слоев, параллелизация этих слоев однозначна; расчет средней мощности пласта в **подсчетном** блоке основан на надежных данных;

условия залегания пласта изучены в мере, исключающей возможность других вариантов структурных построений. При нарушенном залегании однозначно определены положение структурной формы (элемент складки, тектонический блок и др.), в которой выделен подсчетный блок, и элементы ее **залегания**; при наличии разрывных **нарушений** установлены их положение и амплитуды смещения;

определены **природные** разновидности угля, установлены возможные и **наиболее** рациональные **направления** использова-

ния их в народном хозяйстве, выделены и пространственно оконтурены площади пространственного размещения углей различных марок и технологических групп, качество их охарактеризовано по всем предусмотренным действующими государственными стандартами и утвержденными кондициями показателям;

технологические свойства угля изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования технологической схемы его переработки с комплексным извлечением содержащихся в нем компонентов, имеющих промышленное значение;

гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические и другие природные условия изучены с полнотой, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения (участка).

Запасы категории А подсчитываются в контурах, ограниченных скважинами или горными выработками. При ненарушенном залегании допускается спрямление границ блоков подсчета за оконтуривающие выработки для упрощения формы этих блоков и совмещения их границ с изогинсами почвы (кровли) пласта или эксплуатационными горизонтами, а по разрабатываемым выдержанным пластам — экстраполяция запасов этой категории по падению от фронта горных работ на глубину, соответствующую размеру одного эксплуатационного горизонта.

Запасы, заключенные в мелких изолированных, а также вытянутых остроугольных блоках, по категории А не оцениваются. Вблизи выходов пласта под покровные отложения запасы категории А выделяются только при надежно разведанном положении выхода пласта, а также границ зон окисления и выветривания угля.

Запасы категории В должны удовлетворять следующим требованиям:

установлены синонимика пласта, выдержанность и общие закономерности изменения его мощности, строения и основных показателей угля, пространственное размещение внутренних безрудных и некондиционных участков; расчет средней мощности пласта основан на надежных данных, однако средние для подсчетного блока значения мощности пласта и показателей качества угля подлежат дополнительному уточнению при дальнейших разведочных работах или в процессе эксплуатации;

определены элементы залегания пласта и общие закономерности их изменения на площади блока, положение и амплитуды смещения крупных разрывных нарушений, возможная степень развития дополнительной складчатости и мелкоамплитудных нарушений, пространственное положение и контуры кото-

рых требуют уточнения в процессе разработки месторождения (участка);

определены природные разновидности угля, установлены возможные и наиболее рациональные направления использования угля в народном хозяйстве, выделены и приближенно оконтурены площади пространственного размещения углей различных марок и технологических групп, качество их охарактеризовано по всем предусмотренным действующими государственными стандартами и утвержденными кондициями показателям;

технологические свойства угля изучены в степени необходимой для выбора принципиальной технологической схемы переработки, обеспечивающей рациональное и комплексное его использование с извлечением компонентов, имеющих промышленное значение;

гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические и другие природные условия изучены с полнотой, позволяющей качественно и количественно охарактеризовать их основные показатели и влияние на вскрытие и разработку месторождения.

Оконтуривание запасов категории В осуществляется по скважинам или горным выработкам с включением по выдержанным и относительно выдержанным пластам ограниченной зоны экстраполяции, обоснованной геологическими критериями и данными геофизических и геохимических исследований. Размер экстраполяции в каждом конкретном случае должен быть обоснован имеющимися фактическими материалами; не допускается экстраполяция в направлении зон тектонических нарушений, расщепления и выклинивания пластов, ухудшения качества углей и горно-геологических условий.

Запасы категории С1 должны удовлетворять следующим требованиям:

установлены синонимика пласта, его выдержанность и основные закономерности пространственного изменения мощности, строения пласта и основных показателей качества угля; контуры промышленного распространения пласта, данные о его мощности и строении, границы выявленных зон расщепления, размывов, раздувов и утонений требуют уточнения;

выяснены основные особенности условий залегания пласта, наличие площадей интенсивного развития малоамплитудных нарушений; положение разрывных нарушений и их амплитуды, гипсометрия пласта также требует уточнения;

определены природные разновидности угля, его марочный состав (технологическая группа), установлены общие закономерности пространственного изменения качества угля, которое охарактеризовано по всем показателям, предусмотренным действующими государственными стандартами и утвержденными кондициями;

технологические свойства полезного ископаемого охарактеризованы в степени достаточной для обоснования промышленной ценности разведанных запасов;

гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические и другие природные условия изучены с полнотой, позволяющей предварительно охарактеризовать их основные показатели.

Запасы категории С<sub>1</sub> подсчитываются в контурах, ограниченных скважинами или горными выработками, с учетом данных геофизических и геохимических исследований и геологически обоснованной экстраполяции.

Запасы категории С<sub>2</sub> должны удовлетворять следующим требованиям:

наличие пласта и его промышленное значение на площади подсчета запасов подтверждены вскрытием в единичных пересечениях; синонимика пласта, представления о его выдержанности, мощности, строении и условиях залегания, контурах возможного распространения основаны на геологических и геофизических данных;

марка, основные показатели качества и технологические свойства угля определены по результатам исследований единичных проб, либо оценены по аналогии с более изученными участками того или другого подобного месторождения;

гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические и другие природные условия оценены по имеющимся для других участков месторождения данным, наблюдениям в разведочных выработках и по аналогии с известными в районе месторождениями.

Контур запасов определен на основании единичных скважин, горных выработок, естественных обнажений или по их совокупности с учетом данных геофизических, геохимических исследований, при помощи геологических построений и геологически обоснованной экстраполяции параметров, использованных при подсчете запасов более высоких категорий.

На разрабатываемых месторождениях вскрытые, подготовленные и готовые к выемке, а также находящиеся в охранных целиках горно-капитальных и горно-подготовительных выработок запасы угля подсчитываются отдельно с подразделением по категориям в соответствии со степенью их изученности.

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ И ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ

Площади подсчетных блоков (фигур), ограниченные криволинейными контурами, определяются планиметрированием или при помощи прозрачных палеток. Измерения проводятся не менее двух раз (при различных положениях полюса планиметра

или разной ориентировке палетки относительно контура подсчетного блока) с вычислением среднего результата.

Если подсчетный блок имеет форму многоугольника, его площадь может измеряться геометрическим способом или по координатам угловых точек контура.

При геометрическом способе площади многоугольников подразделяются на простейшие фигуры — треугольники, прямоугольники и трапеции, площади которых определяются по формулам. При малых размерах фигур этот способ не обеспечивает необходимой точности подсчета (высота и основание фигуры должны быть не менее 4—5 см) и применяются редко.

Площадь многоугольника по координатам угловых точек подсчитывается по формулам:

$$2S = \sum (y_{k+1} - y_{k-1}) x_k;$$

$$2S = \sum (x_{k-1} - x_{k+1}) y_k,$$

где  $x, y$  — координаты угловых точек контура;  $k-1, k+1$  — порядковые номера угловых точек.

Этот способ дает высокую точность определения площадей, но затраты времени на него значительно больше, чем при других способах. Развитие вычислительной техники может привести к более широкому его распространению.

При измерении площадей блоков (фигур) наклонно залегающих пластов по проекциям на непараллельные поверхности пласта плоскости они пересчитываются в истинные площади  $S$ ; при проектировании на горизонтальную плоскость

$$S = S_n \sec \alpha = \frac{S_n}{\cos \alpha};$$

при проектировании на вертикальную плоскость

$$S = S_n \operatorname{cosec} \alpha = \frac{S_n}{\sin \alpha},$$

где  $S_n$  — площадь проекции;  $\alpha$  — средний угол падения, определенный для блока (фигуры).

Когда пласт имеет прямолинейное простирание и выдержанные углы падения, подсчетные планы могут быть оформлены в виде проекций на плоскость, параллельную его залеганию (обычно поверхности почвы). В этом случае нет необходимости перевода величин замеренных площадей проекций в истинные.

При сложной поверхности пласта и резких изменениях углов падения, затрудняющих точное определение среднего угла падения, может быть применен метод изогипс (но В. И. Бауману). На проекции гипсометрического плана пласта на горизонтальную плоскость в границах блока по падению по каждому промежутку между изогипсами через 10—50 м замеряется

площадь горизонтальной проекции  $B$  и вычисляется площадь вертикальной проекции  $C$  как произведение длины по простиранию на высоту между смежными горизонтами. Величина истинной площади  $S$  устанавливается по формуле:

$$S = \sqrt{B^2 + C^2}.$$

Мощность пласта для определения объема запасов в подсчетном блоке обычно находится методом среднего арифметического по формуле:

$$m_{\text{ср}} = \frac{\sum m_i}{n},$$

где  $m$  — замеры мощности пласта по выработкам, пройденным на контуре и внутри контура подсчетного блока,  $m$ ;  $n$  — число точек замеров.

При включении в расчет данных следует учитывать пространственное расположение выработок и относительное влияние частных замеров на средние величины. Данные по сближенным точкам замеров (в кустах скважин, по зарисовкам в горных выработках и др.), имеющие резкие расхождения с другими единичными замерами, предварительно усредняются (рис. 33) и в расчете среднеблоковых данных используются усредненные результаты. Для расчета среднеблоковых величин мощности пласта не используются данные единичных (случайных) замеров, показавших резкое и нехарактерное для блока увеличение мощности пласта. При закономерном изменении мощности пла-

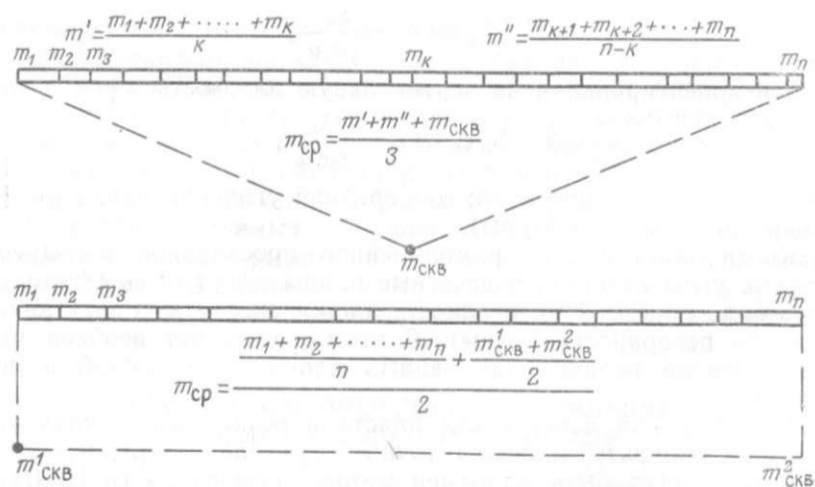


Рис. 33. Расчет средней для блока мощности пласта ( $m_{\text{ср}}$ ). Мощность пласта по данным замеров:  $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$  — в горных выработках,  $m_{\text{скв}}^1, m_{\text{скв}}^2$  — в единичных скважинах;  $n(k)$  — число замеров

ста в определенном направлении и неравномерном распределении выработок на площади блока среднюю мощность пласта рекомендуется находить методом средневзвешенного по формуле:

$$m_{\text{ср}} = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2 + \dots + m_n l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n},$$

где  $m_1, m_2, \dots, m_n$  — мощность отдельных пересечений в контуре подсчетного блока,  $m$ ;  $l_1, l_2, \dots, l_n$  — расстояния, на которые распространяются влияние значения мощности пласта, замеренного в соответствующей выработке.

При расчете средних мощностей по блокам, запасы которых отнесены к категории С1 или С2 из-за малого числа замеров мощности пласта и больших расстояний между выработками возможны случаи, когда:

данные о мощности пласта по единичным замерам имеют существенные расхождения;

средняя для блока величина мощности, рассчитанная по единичным для большой площади пересечениям, превышает средние значения мощности по смежным блокам, запасы которых оценены по категории А или В. В этих случаях рекомендуется принимать для подсчета запасов категорий С1 и С2 (распространять на слабо разведанные площади) значения средних величин мощности пласта, рассчитанные для смежных более детально разведанных блоков.

На площадях, прилегающих к контуру генетического выклинивания пласта, при расчете средних для блока значений помимо данных о мощности пласта, полученных по выработкам, находящимся на площади блока, дополнительно включаются значения минимальной мощности пласта соответственно числу выработок, использованных для отстройки его контура (рис. 34, а). Если на площади выделенных приконтурных блоков выработки отсутствуют, границами их с другой стороны служат линии, проведенные по выработкам при отстройке смежных блоков (см. рис. 34, б), среднюю мощность пласта ( $m_{\text{ср}}$ ) рекомендуется принимать как полусумму значений минимальной мощности ( $m_{\text{min}}$ ) и мощности, рассчитанной для прилегающего блока ( $m_{\text{см}}$ ).

При подсчете запасов углей по пластам (залежам) сложного строения в пересечениях, где суммарная мощность угольных и совместно обрабатываемых с ними породных прослоев отвечает требованиям кондиций, в расчете среднеблоковых значений мощности пласта учитывается полезная мощность пласта (части пласта, принятой к самостоятельной отработке) — по суммарной мощности только угольных пачек. Параллельно с подсчетом запасов чистого угля осуществляется подсчет запасов условной горной массы. В этом случае в каждом пересече-

ИЗУЧЕНИЕ ПОПУТНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И КОМПОНЕНТОВ, ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

ПОПУТНЫЕ ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Наличие сопутствующих (попутных) твердых полезных ископаемых определяется по выработкам, пройденным для разведки углей. По данным визуального изучения и петрографических исследований вскрытого разреза выделяются породы, пригодность которых для промышленного использования устанавливается по результатам определения показателей, регламентированных действующими стандартами и техническими условиями, в пробах, отобранных на стадиях поисков и предварительной разведки. Применяемые способы отбора и обработки проб, перечень, характер и объем аналитических работ и технологических исследований должны обеспечить определение промышленной значимости выявленного сырья и возможных направлений его использования в народном хозяйстве. При положительных результатах исследований производится предварительная оценка количества, качества и условий залегания выявленных полезных ископаемых. Она осуществляется в границах разведкуемого угольного месторождения (участка). Если пласты и залежи сопутствующих полезных ископаемых распространяются за эти границы, на геологическую карту месторождения (района) наносятся установленные или прогнозируемые площади их залегания. Сопутствующие полезные ископаемые, пространственное расположение которых позволяет обрабатывать их независимо от разработки угля (например, при залегании их в приповерхностных частях угольного месторождения, разрабатываемого подземным способом или в периферических частях месторождения за выходами рабочих угольных пластов, либо в подстилающих угленосную толщу образованиях), рассматриваются как самостоятельные месторождения. При разведке угольных месторождений изучение таких сопутствующих полезных ископаемых может быть ограничено требованиями, предъявляемыми к поисково-оценочным работам. Более детальные исследования на основе предварительных данных о количестве, качестве, условиях залегания, возможных областях промышленного использования проводятся в порядке, обусловленном планированием геологоразведочных работ на соответствующие виды полезных ископаемых. Аналогично изучаются сопутствующие полезные ископаемые, залегающие в породах, подстилающих продуктивные свиты, отработка которых может осуществляться из капитальных выработок, пройденных для вскры-

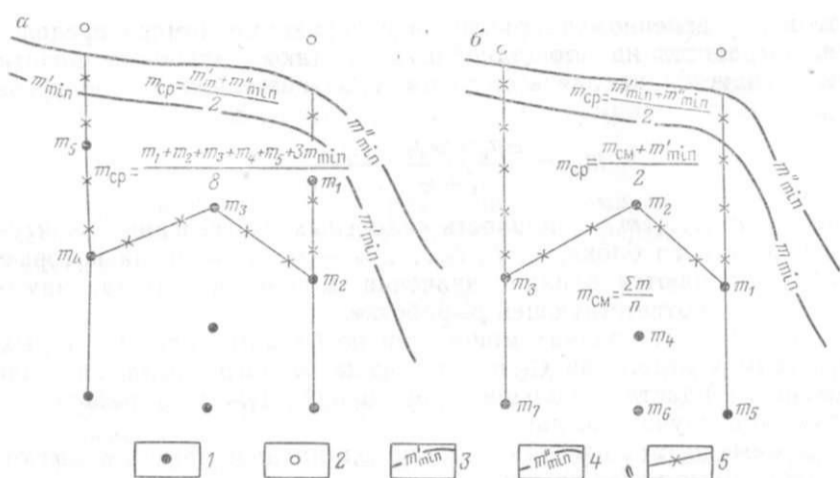


Рис. 34. Расчет среднеблоковых мощностей ( $m_{cp}$ ) на площадях, прилегающих к контуру выклинивания:

а — при наличии в приконтурном блоке разведочных выработок; б — при отсутствии выработок  
 1 — скважины с рабочей мощностью пласта; 2 — скважины с нерабочей мощностью пласта; контуры минимальной мощности для подсчета запасов; 3 — балансовых; 4 — забалансовых; 5 — контуры подсчетных блоков

НИИ определяется общая (эксплуатационная) мощность пласта — сумма угольных и совместно отрабатываемых породных прослоев (в необходимых случаях с учетом присечки пород кровли и почвы пласта). Данные частных замеров общей мощности пласта используются для расчета средних значений по тем же подсчетным блокам.

Для подсчета запасов условной горной массы в пластах (залежах) сложного строения рассчитываются соответственные значения объемной массы.

Результаты промежуточных операций и итоговые данные подсчета запасов сводятся в таблицы. Расположение граф в таблицах и самих таблиц должно соответствовать порядку, в котором выполняются вычислительные операции. Следует избегать дублирования данных, увеличивающего объем таблиц и создающего возможность технических (корректирных) ошибок.

Подсчитанные балансовые запасы сопоставляются с ранее утвержденными ГКЗ СССР, ВКЗ, ТКЗ и с числящимися на Государственном балансе полезных ископаемых СССР, анализируются причины изменения их количества в целом и для отдельных пластов по категориям.

Оформление материалов подсчета запасов углей по детально разведанным месторождениям регламентируется инструкцией ГКЗ СССР [26].

тия и разработки углей, но не связана во времени с промышленным освоением угольного месторождения.

Для полезных ископаемых, которые могут быть извлечены попутно с углем (в основном, заключенных в породах вскрыши), разрабатываются временные кондиции. Основные параметры временных кондиций (мощность тел полезных ископаемых, требования к условиям их залегания, качеству и технологическим свойствам сырья) увязываются с планируемой технологией удаления пород внешней и внутренней вскрыши, характером (дефицитностью) сырья. В процессе детальной разведки угольного месторождения (участка) определяются возможные потребители попутных полезных ископаемых, с ними согласовываются требования к качеству и технологическим свойствам сырья (получаемой продукции), текущая и перспективная потребность. При возможности получения сырья по объему и качеству полностью или частично удовлетворяющую эту потребность, запасы соответствующих попутных полезных ископаемых изучаются в контурах и количестве, которое обеспечивает проектирование предприятия по их переработке. Детальность их изучения должна соответствовать требованиям классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых к подготовленности месторождений (участков) для промышленного освоения. Для изучения морфологии тел попутного полезного ископаемого, их строения, состава и качества сырья также используются выработки, проходимые для разведки угля и лишь в необходимых случаях (для отбора технологических проб) осуществляется бурение специальных опробовательских скважин. Наиболее детальному изучению подвергаются площади распространения попутных полезных ископаемых на участках, намечаемых к первоочередному вскрытию и разработке запасов угля. В случаях, когда такие участки не характерны или не обеспечивают потребителя сырьем необходимого качества, детальное изучение (опробование) попутных полезных ископаемых производится на других участках с благоприятными для их отработки условиями.

Запасы попутных твердых ископаемых подсчитываются в соответствии с положениями, установленными классификацией, с подразделением их на балансовые и забалансовые по народнохозяйственному значению и на категории по степени изученности. Подсчет запасов производится методами, принятыми для соответствующих видов полезных ископаемых. За пределами контуров, в которых запасы попутных полезных ископаемых обеспечивают согласованную в них потребность, подсчитываются их запасы и прогнозные ресурсы (в соответствии с достигнутой степенью изученности) в общих границах оцениваемого угольного месторождения (участка). Производится также оперативный подсчет запасов и ресурсов пород вскрыши,

принципиально пригодных для использования в народном хозяйстве, потребность в которых в настоящее время отсутствует.

#### ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

Запасы подземных вод, участвующих в обводнении угольных месторождений и извлекаемых при их разработке с целью осушения горных выработок, подсчитываются на основе данных, полученных при проведении разведки оцениваемого месторождения (участка) гидрогеологических исследований, и с учетом принятых решений по способам и системам осушения и намеченным для этой цели мероприятиям.

Целесообразность использования дренажных вод должна быть установлена технико-экономическими расчетами при обосновании кондиций для подсчета запасов угля, либо на основании специальных технико-экономических расчетов, выполняемых организациями, ведущими разведку, с привлечением проектных институтов. При этом должны быть установлены потребность в воде для того или иного назначения их использования, требования к качеству вод, режиму и условиям их эксплуатации и учтены законодательные положения по охране недр и окружающей среды. При отсутствии текущей потребности в дренажных водах должна проводиться общая количественная их оценка и устанавливаться возможные направления их использования. Во всех случаях при оценке запасов дренажных вод необходимо установить обеспеченность потребности в воде и стабильность показателей ее качества на установленный срок работы водозабора. При изменяющихся во времени водонритиках эксплуатационные запасы подземных дренажных вод по согласованию с заинтересованными организациями могут быть подсчитаны применительно к фактическому или расчетному режиму водопритоков.

На вновь разведываемых месторождениях с требуемой достоверностью может оцениваться только та часть эксплуатационных запасов дренажных вод, формирование которой определяется существующими на период разведки естественными источниками восполнения. В последующем, при изменении водохозяйственной обстановки в районе или условий питания водоносных горизонтов, запасы дренажных вод на таких месторождениях подлежат переоценке и переутверждению в установленном порядке по опыту разработки участка первой очереди.

В ряде случаев достаточно полная оценка запасов дренажных вод может быть выполнена и на разведываемых месторождениях, если их разведка выполняется с применением горных выработок и опытно-эксплуатационным водоотливом из них, либо с проведением мощных опытных водопонижений по **скважинам**.

Подсчитанные на месторождениях твердых полезных ископаемых эксплуатационные запасы дренажных вод подлежат утверждению ГКЗ СССР (ТКЗ) одновременно с утверждением запасов угля.

В отдельных случаях, по согласованию с заинтересованными отраслевыми министерствами, работы по разведке и оценке запасов дренажных вод могут быть проведены и после утверждения запасов угля разведанного месторождения (участка) с учетом проектных проработок по способу, срокам разработки месторождения и системе его осушения или уточнения мест расположения специальных водозаборных сооружений.

#### МЕТАН

Запасы метана в угле подсчитываются на месторождениях (участках) в пластах с высокой природной метаноносностью (более 10 м<sup>3</sup>/т сухой беззольной массы угля—(с.б.м.), по которым проектом разработки (ТЭО кондиций) предусмотрена предварительная дегазация (каптаж метана) скважинами. Целесообразность подсчета запасов капируемого метана устанавливается при утверждении постоянных кондиций.

Геологической основой подсчета запасов метана в угольных пластах, как попутного полезного ископаемого, служат установленные в процессе детальной разведки общие закономерности распределения природных газов в оцениваемом месторождении, количественные характеристики метаноносности угольных пластов и их изменение с глубиной залегания и по площади.

Контуры дегазирующего влияния скважин, входящих в систему принятой дегазации, устанавливаются с учетом геологоструктурных особенностей месторождения (шахтного поля), его угленосности, положения угольных пластов в разрезе, намечаемых систем их вскрытия и разработки, способов и систем дегазации, местоположения и длины скважин. На многопластовых месторождениях верхняя граница оценки запасов капируемого метана, с учетом величин интервалов подработки и надработки угольных пластов и современных способов подземной дегазации, обычно принимается на 100—300 м выше верхнего разрабатываемого пласта, а нижняя—на 40—80 м ниже нижнего разрабатываемого пласта. В случаях применения дегазационных скважин поверхностного бурения в установлении контура подсчета запасов метана дополнительно учитываются зоны дренирования метана этими скважинами.

Качество газа оценивается в соответствии с требованиями государственных отраслевых стандартов и технических условий, с учетом технологии извлечения, капирования и утилизации, обеспечивающей их комплексное, экономическое и безопасное использование. В запасы метана включаются все углеводо-

родные газы; отдельный подсчет тяжелых углеводородных газов не производится из-за низкого их содержания, крайне неравномерного распределения и очень слабой подвижности (благодаря их высокой сорбируемости) в угольных пластах, из которых метан поступает в горные выработки и в дегазационные скважины лишь с микропримесями (менее 1%) таких газов.

Балансовые запасы метана в контурах намечаемой дегазации подсчитываются в разведанных балансовых и забалансовых запасах угля, а также в оперативно подсчитанных запасах угля в пластах и на частях пластов, исключенных из подсчета, из-за малой мощности и высокой зольности угля, или сложных горно-геологических условий разработки. Запасы метана подсчитываются в единицах объема (млн. м<sup>3</sup>), приведенных к стандартным условиям давления и температуры (0,1 МПа при

Подсчет запасов выполняется путем наложения карт или графиков прогноза метаноносности с нанесенными на них контурами намеченной дегазации на гипсометрические планы (разрезы) подсчета запасов угля по производству запасов угля блоков (их частей) в контурах дегазации на величину средней природной метаноносности, определенной для горизонта, в котором находятся эти блоки (части блока). В случаях, когда в пределах оцениваемого горизонта месторождения (шахтного поля) выделяются участки с различной (более чем на 5 м<sup>3</sup>/т) средней метаноносностью, подсчет запасов метана на этом горизонте ведется раздельно по таким участкам. При отсутствии изменений метаноносности угольного пласта с глубиной или различиями, не превышающими величины 5 м<sup>3</sup>/т, при подсчете принимается средняя величина метаноносности и запасы подсчитываются в целом по шахтопласту.

Запасы метана в пластах с балансовыми запасами угля относятся к категории С<sub>1</sub>, если степень изученности их природной метаноносности (объем и плотность опробования и степень достоверности использованных при подсчете данных) отвечает требованиям «Инструкции по определению и прогнозу газоносности угольных пластов и вмещающих пород при геологоразведочных работах» (1977 г.). В случаях, когда газоносность угольных пластов изучена недостаточно (по единичным пробам) или принята по аналогии со сближенными пластами, подсчитанные запасы метана относятся к категории С<sub>2</sub>. Запасы метана, подсчитанные в пластах с забалансовыми запасами угля и в нерабочих пластах, также относятся к категории С<sub>2</sub>.

Все запасы метана как попутного полезного ископаемого месторождений (шахтных полей), в том числе и запасы метана в пластах (участках пластов) с забалансовыми запасами угля и в нерабочих пластах, подсчитанные в контуре возможного извлечения и рационального использования, относятся к балан-

совым. Подсчет забалансовых запасов метана, извлечение которых экономически нецелесообразно или технически неосуществимо, не производится.

В подсчитанных в контуре намеченной дегазации балансовых запасах метана выделяются его извлекаемые запасы. Коэффициенты извлечения метана из угольных пластов обосновываются в ТЭО постоянных кондиций, разрабатываемых для оцениваемого месторождения, (участка).

#### ПОПУТНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Специальные разведочные работы на такие попутные полезные компоненты в углях, как сера и германий, не проводятся, за исключением случаев, когда они представляют самостоятельный промышленный интерес и изучаются в соответствии со специальными инструкциями и методическими указаниями. Для условий попутного их извлечения опробование этих компонентов ведется по выработкам, проходимым для разведки углей. Изучение битумоносных углей, используемых для попутного получения буроугольного воска, проводится по специальным проектам.

Сера. Запасы ее в настоящее время подсчитываются в высокосернистых углях, содержащих крупные зерна и конкреции серного колчедана (пирита, марказита), извлекаемых из хвостов обогащения углей.

Методические принципы изучения и подсчета запасов серного колчедана и содержащейся в нем серы разработаны для месторождений Подмосковского бассейна. Они могут быть использованы (с необходимой корректировкой) для изучения других месторождений высокосернистых углей с аналогичным характером проявления сероносности.

По рядовым керновым пробам, отобранным для углехимических исследований углей с содержанием общей серы  $S_t^d > 3\%$ , определяется массовая доля ее разновидностей, формы нахождения пиритной серы и содержание в углях и породах, извлекаемых совместно с углем крупных (в подмосковных углях +6 мм) включений серного колчедана. Последние отбираются ручным способом. Рассчитанные по процентному соотношению масс колчедана и керна содержания колчедана в пластопересечениях контролируются не менее чем по 2—5% проб фракционным разделением их в тяжелых средах плотностью не менее 2,6 г/см<sup>3</sup> с определением содержания колчедана в тяжелой фракции.

Отобранный в рядовых пробах колчедан объединяется в групповые пробы (по 10—15 ближайшим пластопересечениям) для производства лабораторно-технологических исследований. По этим пробам определяется содержание колчедана в фрак-

ции плотностью более 2,6 г/см<sup>3</sup> при глубине дробления минус 6 мм.

Технологические исследования по изучению выхода ипритного концентрата и его качества также производятся в комплексе с изучением обогатимости углей оцениваемого месторождения (участка).

Балансовые запасы колчедана подсчитываются в балансовых запасах угля. Средние значения его содержания рассчитываются по данным рядовых проб общепринятыми статистическими методами для подсчетных блоков или шахтопластов в целом в границах выявленной промышленной колчеданосности.

Запасы колчедана  $P_k$  пересчитываются на условный колчедан (с содержанием серы 45%) по формуле:

$$P_k = Q \frac{K^d S_k^d}{45 \cdot 100} \cdot \frac{100 - W_t^f}{100},$$

где  $Q$  — запасы колчеданосного угля, тыс. т;  $K^d$  — содержание условного колчедана в сухом угле, %;  $S_k^d$  — содержание серы в сухом колчедане по групповым пробам, %;  $W_t^f$  — рабочая влажность угля, %.

По среднему содержанию в колчедане серы определяются запасы серы (в пересчете на сухое состояние угля).

**Воскосодержущие битумы.** Промышленное значение воскосодержущих битумов оценивается по результатам определения при углехимических исследованиях бурых углей выхода бензолного (толуольного) экстракта битума  $B^d$ . При его величине более 5% по групповым пробам определяется содержание в нем смол (по ацетону). Такие исследования проводятся на стадиях поисков и предварительной разведки, а также при ревизионных исследованиях на детально разведанных и осваиваемых месторождениях, где битумоносность углей не изучалась. В мощных пластах (залежах) битумоносность изучается исследованиями пластово-дифференциальных проб с целью установить характер распределения битумоносности в разрезе и по площади распространения пласта, целесообразность и возможность селективной выемки наиболее обогащенных битумами слоев угля. На разрабатываемых месторождениях, где оценка битумоносности не проводилась, изучается выход и состав битумов в товарной продукции, отбираются пробы из горных выработок шахт (разрезов).

При положительных результатах по согласованию с планируемыми органами и возможными потребителями битумоносного угля, как сырья для производства буроугольного воска, разрабатывается программа детального изучения месторождений (участков). Такими программами обычно предусматриваются: плотность сети опробования, его характер и перечень по-

казателей качества угля, увязанные с характером распределения битумоносности в угольных пластах (залежах), намеченной технологией добычи и переработки битумсодержащего угля. В частности на осваиваемых месторождениях Днепровского бассейна, в углях которых выход битум-экстракта при колебаниях 1—20% в среднем составляет 7—8%, плотность сети опробования— 200X200 м при детальной разведке (с сгущением до 100X100 м на участках первоочередной отработки) признана достаточной для оценки запасов и проектирования добычи и переработки битумсодержащих углей на действующем заводе горного воска. Оконтуривание запасов таких углей производится по параметрам, устанавливаемым в составе утверждаемых постоянных кондиций для детально разведанных угольных месторождений. Подсчет запасов, оконтурированных по параметрам кондиций, осуществляется методом геологических блоков, выделяемых с учетом их технологической однородности по мощности битумсодержащих пластов (обогащенных битумами слоев пластов при селективной выемке) и величинам выхода битум-экстракта.

Германий. Для выявления и приближенной оценки содержания в углях германия используется в основном полуколичественный эмиссионный спектральный анализ проб, отбираемых из разведочных выработок для изучения качества углей. На месторождениях углей, содержание германия в которых превышает фоновые значения (1,5 г/т в пересчете на сухой уголь), производятся количественные его определения. В углях, предназначенных для коксования, эти определения производятся по единичным пробам вне зависимости от содержания германия, но в объеме, обеспечивающем точность расчета его средних значений по шахтопласту до 10%. В энергетических углях количественные определения германия на месторождениях с устойчивым содержанием его в пересчете на сухой уголь более 10 г/т производятся по всем пробам. Мощные пласты опробуются дифференцированно. В связи с достаточно освоенной технологией извлечения германия из углей при разведке проводятся лишь лабораторные исследования по изучению баланса его распределения в продуктах обогащения, а в новых районах с коксующимися углями — в продуктах коксования. Промышленная значимость германия как попутного компонента устанавливается при утверждении постоянных кондиций на уголь.

Балансовые запасы германия подсчитываются в балансовых а при обоснованной необходимости и в забалансовых запасах углей. Забалансовые запасы германия не подсчитываются.

При валовой отработке германиеносных углей подсчет запасов германия производится в блоках, выделяемых для подсчета запасов углей, с выделением запасов германия в запасах углей различных марок, технологических групп и подгрупп. Ос-

новой подсчета являются средние арифметические величины содержания германия в блоках, рассчитанные по данным среднеарифметических (средневзвешенных) значений его в пласте-пересечениях. При близких среднеблоковых значениях содержания германия допускается подсчет запасов германия в целом по шахтопластам или крупным их частям, объединяющим участки с геологической, горно-геологической и технологической однородностью. При селективной выемке частей мощных пластов с промышленным содержанием германия подсчет его запасов производится в оконтурированных по параметрам кондиций границах методами, применяемыми для подсчета запасов углей при аналогичной выемке. Запасы германия подсчитываются в тоннах (с точностью до 0,1 т в пересчете на сухое состояние угля). Для энергетических германиеносных углей дополнительно определяются содержания германия в золе (г/т).

Запасы германия в контурах подсчета запасов содержащих его углей категорий А+В+С I оцениваются не ниже, чем по категории С<sub>1</sub>. На слабо изученных участках и при крайне невыдержанном характере распределения этого элемента в угле запасы его могут быть отнесены к категории С<sub>2</sub>. В ТЭО кондиций рассматривается возможность использования таких запасов при проектировании предприятия по добыче и переработке угля.

#### ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА

Необходимость изучения отходов производства как минерального сырья регламентируется действующими требованиями к комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов. Соответственно, изучение отходов добычи и обогащения углей для установления их пригодности и целесообразности использования в народном хозяйстве производится на всех стадиях геологоразведочных работ и в процессе разработки месторождений.

При разведке исследуются состав и свойства пород, которые будут извлекаться из недр при намечаемом способе разработки месторождения (участка). На месторождениях (участках), намечаемых к разработке открытым способом, анализируются состав и свойства удаляемых в отвалы пород внешней и внутренней вскрыши, на подготавливаемых к разработке подземным способом — пород, в которых будут проходить капитальные и полевые подготовительные выработки, а также пород ложной кровли и почвы угольных пластов и пород, слагающих внутрипластовые прослои и извлекаемых при добыче совместно с углем. Изучается баланс обогащения углей, состав и свойства хвостов обогащения. На разрабатываемых месторождениях исследуются отходы текущей добычи, сортировки и обогащения углей. Обобщается и анализируется опыт использования отходов производства на предприятиях-аналогах района.

По результатам проведенного обобщения материалов прогнозируются характер и выход отходов при разработке оцениваемого месторождения, стабильность их состава и свойств, возможные направления использования.

Ресурсы отходов, пригодных для извлечения серного колчедана, производства высококачественных огнеупоров, глинозема, ферро- и кремний-алюминиевых сплавов и другого ценного или дефицитного сырья, оцениваются в порядке, установленном для попутных полезных ископаемых. При необходимости обосновывается возможность и целесообразность отдельного складирования таких отходов, исходя из условий сохранения их качества при длительном хранении.

Детальное изучение отходов добычи и обогащения угля, пригодных для использования в производстве строительных материалов (непосредственно или в виде топливосодержащих добавок), как вторичного топлива, для дорожного строительства и в других технологических направлениях с проведением необходимого объема опробования, осуществляется только при наличии потребности в сырье. При использовании отходов как компонента сырьевой шихты должна быть определена доля их участия в шихте, установлен ее состав и источники получения всех входящих в шихту компонентов.

Во всех случаях отходы добычи должны быть оценены как материал для закладки выработанного пространства, рекультивации земель с подразделением на пригодные, малопригодные и непригодные для биологической рекультивации. Отдельному подсчету подлежат запасы почвенно-растительного слоя и ветрелых углей.

Программы изучения и оценки отходов производства составляются дифференцированно с учетом их характера и возможных видов использования и с задачей получения показателей, необходимых для проектирования предприятия по их утилизации. Оценке подлежат все запасы отходов добычи и обогащения углей, пригодных для использования в народном хозяйстве, независимо от потребности в них в настоящее время. Запасы их подсчитываются, как правило, по категориям  $C_1$  и  $C_2$ .

Изучение отходов переработки углей (зол, шлаков и других новообразований) при разведке не производится и выполняется по специализированным программам для масс таких отходов, накапливающихся в местах потребления угля.

Методические указания к изучению попутных полезных ископаемых и компонентов, а также отходов производства при разведке угольных месторождений и к оформлению результатов исследований более детально изложены в соответствующих специализированных руководствах и нормативных документах [26, 12].

ГЛАВА 15  
**ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ РАЗВЕДАННЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ**

**ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

В соответствии с «Основами законодательства СССР и союзных республик о недрах» разведанные месторождения или их участки, по которым утверждены запасы полезных ископаемых, подлежат передаче для промышленного освоения в установленном порядке.

Подготовленность месторождения (участка) для промышленного освоения определяется ГКЗ СССР (ТКЗ) при утверждении запасов, исходя из следующих положений действующей классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых:

а) утвержденные в установленном порядке балансовые запасы, используемые при проектировании предприятия по добыче угля, должны иметь нормативное соотношение категорий А, В,  $C_1$  для месторождения (участка) соответствующей группы (см. табл. 37). Возможность промышленного освоения месторождений (участков) 1-й и 2-й групп при соотношениях балансовых запасов угля категорий А и В, меньших против нормативного устанавливается ГКЗ СССР (ТКЗ) при утверждении запасов на основе экспертизы материалов подсчета.

На разрабатываемых месторождениях (участках) 1-й и 2-й групп соотношение категорий утвержденных балансовых запасов категорий А и В, принимаемых при проектировании реконструкции предприятия по добыче полезного ископаемого или дальнейшего развития горно-эксплуатационных работ, может быть меньше нормативного и устанавливается отраслевым горнодобывающим министерством на основе опыта разработки месторождения.

б) запасы угля категории  $C_2$  на месторождениях (участках) 1-й, 2-й, 3-й групп утверждаются в количестве, полученном в результате разведки. При этом ГКЗ СССР (ТКЗ) устанавливает возможность полного или частичного использования запасов этой категории при проектировании предприятия по добыче угля;

в) вещественный состав и технологические свойства угля изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования технологической схемы его переработки с комплексным извлечением содержащихся в нем компонентов, имеющих промышленное значение. Извлечение попутных компонентов, отнесение их запасов к балансовым определено принятыми при утверждении постоянных кон-

**диций** технико-экономическими расчетами, проектируется, исходя из достигнутой степени их изученности;

г) гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические и другие природные условия изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения (участка);

д) участки и горизонты месторождения, намеченные при технико-экономическом обосновании детальной разведки к первоочередной отработке, разведаны наиболее детально. Запасы на таких участках и горизонтах месторождений 1-й и 2-й групп должны быть разведаны преимущественно по категориям А+В и В (соответственно). В тех случаях, когда участки первоочередной отработки нехарактерны для всего месторождения по особенностям его геологического строения, качеству полезного ископаемого и горно-геологическим условиям, должны быть также детально изучены участки, удовлетворяющие этому требованию. Полученная по детально изученным участкам информация используется для оценки достоверности подсчетных параметров, принятых при подсчете запасов на остальной части месторождения, и условий разработки месторождения в целом;

е) запасы других полезных ископаемых, залегающих на подготовленном к промышленному освоению месторождения (участке), должны быть изучены и оценены в степени, достаточной для определения их количества и возможного направления народнохозяйственного использования. При наличии потребителя эти запасы должны быть детально разведаны и подсчитаны согласно требованиям, предусмотренным для соответствующих видов полезных ископаемых. Вскрышные породы, пригодные для использования в качестве строительных материалов, разведываются предварительно, а при наличии потребности в них — детально в количестве, определенном плановым органом республики (края, области) или министерством — потребителем сырья. Должна быть изучена возможность промышленного использования отходов, получаемых при рекомендуемой технологической схеме переработки угля;

ж) должна быть дана оценка возможных источников хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, обеспечивающих потребность будущего предприятия по добыче и переработке угля.

Материалы подсчета запасов должны содержать:

а) оценку общих запасов месторождения в его геологических границах в соответствии со степенью их разведанности, а также прогнозных ресурсов угля категории  $P_1$ ;

б) указания местоположения площадей с отсутствием залежей полезных ископаемых, где могут быть размещены объекты

производственного и жилищно-гражданского назначения, отвалы пустых пород;

в) данные о содержании в подземных водах, участвующих в обводнении месторождения, полезных и вредных примесей, оценку возможности использования этих вод для водоснабжения или извлечения из них ценных компонентов и предполагаемого влияния их дренажа на действующие в районе месторождения водозаборы, а также рекомендации по постановке в дальнейшем необходимых специальных изыскательских работ;

г) рекомендации по разработке мероприятий по охране недр, предотвращению загрязнения окружающей среды и рекультивации земель.

#### **ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ (ТЭО) КОНДИЦИИ ДЛЯ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Утверждению подсчитанных на детально разведанном месторождении (участке) запасов полезных ископаемых и определению его подготовленности для промышленного освоения предшествует утверждение постоянных кондиций. В дополнение и развитие основных положений по кондициям на минеральное сырье, приведенным в главе 7 настоящей работы, ниже изложены методические указания по порядку разработки и содержанию геологического, горно-технического, технологического и экономического обоснования параметров постоянных кондиций для подсчета детально разведанных запасов углей, попутных полезных ископаемых и компонентов.

Геологическое обоснование. Полученные в результате детальной разведки представления об особенностях геологического строения оцениваемого месторождения (участка) являются основой для выбора способа вскрытия разведанных запасов угля и установления общих границ их геолого-экономической оценки. При этом учитываются четко проявляющиеся геологические и природные факторы: особенности тектоники месторождения (участка), характер угленосности, глубина залегания угольных пластов, их распространение по площади и на глубину, особенности рельефа, гидрографии и др. Для крупных месторождений с большими потенциальными возможностями развития угледобычи устанавливается (с учетом потребности в углях определенного качества и схем развития и размещения угольной промышленности) необходимое количество запасов для обеспечения работы предприятия намечаемой производительности, очередность их отработки в естественных или условно принятых границах.

Основным содержанием геологической части ТЭО кондиций является обоснование ведущих параметров для подсчета запасов угля, определяющих их количество, качество, рациональ-

ную технологию и экономическую эффективность обработки. Такими параметрами являются: минимальная мощность угольных пластов и максимальная зольность угля в пластопересечениях; предельные значения этих показателей определяют значимость угля как полезного ископаемого. При этом по пластам сложного строения мощность принимается по сумме мощностей угольных слоев и извлекаемых совместно с углем внутрипластовых породных прослоев, зольность угля рассчитывается как средняя по пластопересечению по данным пластово-дифференциального опробования. При наличии ложной кровли (почвы) и невозможности оставления при выемке пласта «защитных» пачек угля в общую мощность пласта включаются и при расчете среднепластовой зольности учитываются слои слабых (обычно углистых) прикровельных (припочвенных) пород. В случае постепенного генетического перехода угля в углистые породы для выделения в пласте слоев собственно угля устанавливается предельная величина их зольности (обычно соответствующая величине этого показателя, принимаемой в районе для подсчета забалансовых запасов). При экономически доказанной целесообразности разработки весьма тонких (мощностью менее 0,7 м) угольных пластов с присечкой крепких пород кровли или почвы в общую мощность пласта включается мощность присекаемых пород.

Компактные части мощных расслоенных пластов, разделенные прослоями пустых или слабоугленасыщенных пород, мощность и пространственное положение которых позволяют вести селективную их обработку, рассматриваются как самостоятельные (обособленные) пласты.

Подсчет запасов и характеристика каждого выделенного пласта, используемые для последующего горно-технического, технологического и экономического обоснования параметров кондиций производятся отдельно: для угля — по суммарной (полезной) мощности только угольных слоев и для угля с учетом засорения его породой — по суммарной общей мощности пласта, включающей совместно вынимаемые угольные и породные слои.

Для обоснования наиболее оптимальных значений минимальной мощности угольных пластов и максимальной зольности угля в принятых границах геолого-экономической оценки выполняется оконтуривание площадей распространения каждого угольного пласта по нескольким вариантам значений этих параметров.

Первоначальное оконтуривание производится по параметрам, установленным временными кондициями, а при их отсутствии — по параметрам для подсчета забалансовых запасов угля, принятых для месторождений-аналогов по геологическому строению, способу разработки и качеству угля. Различия в по-

следующих вариантах значений минимальной мощности обычно принимаются равными 0,05 м для весьма тонких (менее 0,7 м), 0,1 м для тонких (0,71—1,20 м) и 0,20 м для пластов средней мощности (1,21—3,5 м). Различия в вариантах предельной зольности угля обычно устанавливаются в 5—10% в зависимости от степени изменчивости этого показателя. Обязательными являются варианты, ограничивающие (выше и ниже) рекомендуемый в ТЭО вариант. По каждому варианту подсчитываются запасы угля и угля с учетом засорения его породами отдельных категорий  $A+B+C_1$  и  $C_2$  с распределением их по маркам, технологическим группам и подгруппам; дается усредненная характеристика качества угля по основным показателям.

По результатам обработки данных с производством вариантов построений и расчетов анализируются характер изменения (при различном сочетании вариантов) количества и категорийности запасов угля оцениваемого месторождения (участка), основных показателей качества угля, формы и размеров площадей, в пределах которых мощность пласта и зольность углей отвечают принятым вариантам их предельных значений, выдержанность пластов, а также представлений о принадлежности месторождения (участка) по характеру угленосности к той или иной группе по сложности геологического строения.

На основании проведенного анализа выбираются наиболее оптимальные значения предельных значений мощности пластов и зольности угля в пластопересечениях, величины которых уточняются при последующем горно-техническом, технологическом и экономическом обосновании.

Для угольных пластов простого и компактного строения, мощность которых, а также зольность угля пространственно выдержаны и заведомо удовлетворяют требованиям технологии добычи и намечаемому направлению использования, повариантные исследования могут не производиться.

**Горно-техническое** обоснование постоянных кондиций заключается в уточнении рационального способа вскрытия, контуров отработки запасов (технических границ шахты, разреза), обосновании оптимальной технологии добычи угля, производственной мощности шахты (разреза) и проектных решений, обеспечивающих наиболее полное комплексное, экономически целесообразное извлечение из недр углей, попутных полезных ископаемых и компонентов.

Оптимальные контуры отработки запасов угля открытым способом устанавливаются путем вариантных расчетов (или аналитически) с определением граничного (предельного) коэффициента вскрыши по сравнительному экономическому эффекту открытого и подземного способов разработки оцениваемого месторождения (участка).

Определение оптимальной производственной мощности и сроков деятельности угледобывающего предприятия (шахты, разреза) производится с учетом потребности в угле соответствующего качества, действующих отраслевых положений по направлениям и нормам технологического проектирования угольных шахт, разрезов и обогатительных фабрик, а также потенциальных возможностей и конкретных горно-геологических условий разработки оцениваемого месторождения и показателей ее эффективности. В принимаемых решениях по технологии вскрытия и добычи угля, а также его переработки учитывается опыт проектирования и строительства передовых предприятий отрасли — аналогов по горно-геологическим условиям, производственной мощности, капитальным и эксплуатационным затратам.

Для пластов (залей) очень сложного строения, представляющих частым переслаиванием углей, углистых и других пород, производится сопоставление технико-экономических показателей при селективной и валовой их отработке с учетом качества добываемого угля.

Устанавливается минимальная мощность внутрипластовых породных прослоев или разубоженных интервалов разреза угольных пластов сложного строения, разделяющих эти пласты в зонах расщепления на объекты самостоятельной разработки и промышленной оценки. Для этой цели рассматриваются условия и эффект применения различных систем разработки и добычного оборудования, анализируется опыт разработки аналогичных пластов на других месторождениях (участках), используются прямые технико-экономические расчеты. Основным критерием при необходимости установления этого параметра и обоснования оптимальной его величины является максимально возможная полнота извлечения углей на рациональной экономической основе при соответствии качества получаемого товарного угля требованиям государственных стандартов. Аналогично обосновывается минимальная мощность породных прослоев, подлежащих селективной выемке в условиях открытой отработки месторождений углей.

В контурах, подсчитанных по принятым вариантам параметров мощности пластов и качества угля балансовых запасов, анализируются возможность и целесообразность отработки отдельных пластов или их значительных по площади и запасам участков с особо сложными условиями разработки, с ограниченными запасами углей на обособленных площадях, удаленных от основной части поля шахты (разреза) и требующих самостоятельного вскрытия, или не позволяющей применять рациональные системы отработки из-за сложной конфигурации промышленного распространения. При необходимости составляются варианты, по одному из которых предусматривается

полная отработка запасов шахтного поля, по другим — полное или частичное исключение из разработки запасов пласта в целом или его участков со сложными горно-геологическими условиями; производятся укрупненные технико-экономические расчеты с определением затрат на вскрытие и разработку таких участков и себестоимости добычи угля.

По каждому из вариантов кондиций производятся расчеты эксплуатационных и общешахтных потерь углей при добыче, определяются промышленные запасы.

В ТЭО кондиций анализируются гидрогеологические, геокриологические, инженерно-геологические и другие природные условия месторождения (участка) и в соответствии с этим:

производится расчет возможных средних и максимальных водопритоков в стволы шахт (разрезную траншею) и в горные выработки, которые намечаются пройти ко времени ввода шахты (разреза) в эксплуатацию и при последующем развитии горно-эксплуатационных работ. При необходимости разрабатываются специальные методы проходки стволов шахт, мероприятия по осушению поверхности месторождения (участка), отводу поверхностных водотоков, предварительному осушению участков развития горно-эксплуатационных работ;

предусматриваются мероприятия по очистке (химической, бактериологической, механической) дренажных вод, в необходимых случаях — захоронение высокоминерализованных водили вод, содержащих экологически опасные компоненты. Оценивается возможность использования дренажных вод, а также вод, удаляемых при предварительном осушении месторождений, для хозяйственно-питьевого, технического водоснабжения, орошения, в лечебных целях или для извлечения из них ценных компонентов и определяется целесообразность подсчета балансовых запасов дренажных вод для этих целей.

Рассматривается влияние разработки оцениваемого месторождения (участка) на работу действующих или проектируемых в его районе водозаборов и разрабатываются мероприятия по охране таких водозаборов или максимальному снижению оказываемого на них отрицательного воздействия;

определяется группа будущего угледобывающего предприятия по углекисло- или метанообильности горных выработок. Для шахт с прогнозируемой высокой метанообильностью выработок, на которых предусматривается предварительная дегазация угольных пластов, и выработанных пространств, определяется возможность использования каптируемого метана для промышленных и бытовых целей;

прогнозируется возможность внезапных выбросов угля и газа, проявления горных ударов и предусматриваются мероприятия по их предупреждению и соответствующая технология проходки горных выработок;

предусматриваются мероприятия, предупреждающие отрицательное влияние на освоение месторождения (участка) таких природных факторов, как геотермические условия разработки (на глубоких горизонтах), оползнеопасность и возможность лавино-селепроявлений в районах с сильнопересеченным рельефом и особенно при повышенной сейсмической активности. Определяются необходимые затраты на осуществление предохранительных мероприятий.

**Обоснование направления использования угля и технологии его переработки.** По полученным в процессе разведки данным о качестве угля и с учетом требований стандартов (технических условий) устанавливаются возможные и наиболее рациональные направления использования углей, прежде всего для коксования и специальных целей. Для месторождений (участков), содержащих угли различных марок (технологических групп, подгрупп), анализируются пространственная изменчивость лимитируемых показателей качества и свойств по каждому пласту. Показатели качества добываемого угля и товарной продукции рассчитываются с учетом их усреднения при сопряженной во времени разработке тех или иных пластов. Рассматривается целесообразность раздельной добычи углей, различных по наиболее рациональным направлениям их промышленного использования. Составляется баланс обогащения, характеризующий состав и свойства продуктов обогащения.

Основные проектные решения и расчеты технико-экономических показателей по обогащению и переработке углей должны соответствовать действующим отраслевым нормативным документам (нормам технологического проектирования); использование при этом аналога — действующего или строящегося предприятия — должно иметь технико-экономическое обоснование.

Рекомендуемые решения по направлениям народнохозяйственного использования углей оцениваемого месторождения (участка), технологии их обогащения и переработки учитываются при рассмотрении и выборе оптимальных значений параметров кондиций по мощности пластов. При необходимости в кондициях предусматриваются специальные параметры, отражающие специфические особенности качества углей. Анализируются полученные в процессе разведки данные о наличии в углях, а также в подземных водах, участвующих в обводнении месторождения, токсичных и экологически опасных компонентов. Предусматривается отдельный подсчет запасов угля с содержанием токсичных и экологически опасных компонентов, превышающим предельно допустимые концентрации (НРБ и др.). Разрабатываются мероприятия по отработке, использованию или захоронению таких углей, а также по предотвращению загрязнения окружающей среды токсичными и экологически опасными компонентами (в концентрациях выше предельно до-

пустимых) при разработке месторождения (участка) и дренаже подземных вод с устойчивым содержанием этих компонентов.

**Экономическое обоснование кондиций.** Конечной продукцией, применительно к которой выполняются расчеты ТЭО кондиций, является товарная продукция завершенной стадии производства горнодобывающего предприятия, отвечающая требованиям нормативно-технической документации, и направляемая потребителям. В технико-экономических расчетах эффективности работы предприятия используются действующие оптовые цены на материалы, топливно-энергетические ресурсы, оборудование, тарифы и ставки заработной платы, нормы амортизационных отчислений и другие экономические нормативы. Ценность конечной товарной продукции, получаемой при разработке оцениваемых месторождений, исчисляется также в действующих оптовых ценах.

В случаях когда уровень действующих оптовых цен на намечаемую к выпуску горнодобывающим предприятием продукцию не обеспечивает рентабельной разработки месторождения, а целесообразность его промышленного освоения подтверждается утвержденными схемами размещения соответствующих отраслей или другими директивными решениями, цены (в необходимых случаях — замыкающие затраты на получаемую продукцию) разрабатываются и утверждаются в установленном порядке.

Технико-экономические расчеты для обоснования кондиций производятся, как правило, для 20—30-летнего периода работы шахты (разреза). При существенном изменении горно-геологических условий разработки или соотношения категорий запасов по принятому к отработке пласту (комплексу одновременно разрабатываемых пластов) в течение этого периода, а также при намечаемом дальнейшем продолжении разработки месторождения, производятся дополнительные укрупненные технико-экономические расчеты для тех отрезков времени, в течение которых такие изменения будут отражаться на основных показателях работы угледобывающего предприятия. При отсутствии таких изменений технико-экономические показатели, рассчитанные на год освоения проектной мощности угледобывающего предприятия, могут быть распространены на весь период его работы.

Капитальные вложения в промышленное строительство (или реконструкцию) угледобывающего предприятия определяются сочетанием прямых расчетов проектного характера с соответствующими показателями утвержденных проектов строительства действующих и строящихся предприятий-аналогов с внесением в них необходимых дополнений и поправок на конкретные специфические условия оцениваемого месторождения.

Капитальные вложения в горно-капитальные выработки, а также затраты на горное оборудование (включая транспортные средства) обычно определяются прямым расчетом, но последние могут быть приняты по удельным вложениям на предприятии-аналоге. Затраты на вспомогательное хозяйство, как правило, принимаются по аналогии, на внеплощадные сооружения—определяются расчетом с использованием аналогов и укрупненных показателей стоимости 1 км дорог, ЛЭП, водоводов и т. п. Капитальные вложения в обогатительную фабрику определяются по удельным затратам на 1 т производственных мощностей по переработке угля на фабрике-аналоге. При специфичности технологии обогащения и отсутствии аналога капитальные вложения в строительство фабрики определяются прямыми расчетами.

В ТЭО кондиций предусматриваются затраты на возмещение убытки землепользователям и потерь сельскохозяйственно-го производства при отводе земель для государственных и общественных нужд. В стоимость строительства предприятия включаются затраты на рекультивацию земель территорий, представляемых во временное пользование на период строительства предприятия (для прокладки линейных сооружений, создания карьера строительных материалов, используемых только в период строительства, размещения отвалов от планировочных работ и т. п.), затраты за снятие плодородного слоя и его укладку в специальные отвалы, на организацию породных отвалов.

Эксплуатационные расходы определяются отдельно по основным стадиям работ (добыча, обогащение и другие процессы подготовки сырья) и суммарно по предприятию на базе расчетных или аналоговых данных с учетом размеров капитальных вложений. Расчет себестоимости отдельных стадий работ производится в соответствии с действующими отраслевыми методическими указаниями по калькулированию себестоимости промышленной продукции, амортизационных отчислений по действующим нормам.

В целях определения перспектив развития угледобывающего предприятия, рационального размещения объектов производственного и гражданского назначения и отвалов, подъездных путей и других сооружений должны быть рассмотрены возможности отработки всех разведанных на месторождении запасов (включая запасы категории С<sub>2</sub> и забалансовые), находящиеся за контурами той его части, которая намечается для освоения согласно ТЭО кондиций. Промышленное значение этих запасов определяется на основе укрупненных технико-экономических расчетов.

Устанавливается возможность использования попутных полезных ископаемых и компонентов, а также отходов производ-

ства. Определяется размер дополнительных затрат, связанных с получением необходимого количества соответствующих видов продукции (нерудного сырья, подземных вод, метана, битумсодержащего угля и др.), с их транспортировкой к местам потребления, устройством специальных сооружений. Экономическая целесообразность использования попутных полезных ископаемых и компонентов обосновывается сопоставлением стоимости получаемой попутной продукции и дополнительных капитальных и эксплуатационных затрат, связанных с ее получением. Если использование попутных полезных ископаемых и компонентов увеличивает или, по крайней мере, не уменьшает суммарный экономический эффект за весь период разработки месторождения, и при этом обеспечивается установленный уровень рентабельности производства конечной товарной продукции, включая как основную, так и получаемую из попутных полезных ископаемых и компонентов, то оно экономически целесообразно.

Для содержащихся во вскрышных породах особо ценных попутных полезных ископаемых (например, каолинов, стекольного, формовочного сырья и др.) при годовом объеме их добычи, превышающем согласованные цифры годовой потребности, необходимо рассмотреть возможность и экономическую целесообразность их отдельного складирования, особенно в тех случаях, когда сроки попутной отработки этих пород не совпадают с общим сроком разработки месторождения.

В табл. 64 сведены основные показатели, используемые для технико-экономического обоснования кондиций при различных вариантах их параметров. Если освоение месторождения намечается очередями и отдельные периоды разработки существенно различаются по горно-геологическим и технико-экономическим факторам, расчеты показателей производятся отдельно для каждой очереди (периода) и для всего срока деятельности угледобывающего предприятия.

**Обоснование параметров кондиций.** По результатам геологического, горно-технического и технологического обоснования и произведенных повариантных технико-экономических расчетов устанавливаются перечень и оптимальные значения параметров кондиций для подсчета балансовых (и при необходимости — забалансовых) запасов углей, попутных полезных ископаемых и компонентов.

Принадлежность подсчитанных запасов к балансовым или забалансовым устанавливается соответственно положениям действующей классификации, исходя из основных показателей суммарного экономического эффекта разработки месторождения (участка)—уровня рентабельности работы угледобывающего предприятия и сроков окупаемости капитальных затрат. При выборе оптимального варианта кондиций учитываются:

ТАБЛИЦА 64

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ (УЧАСТКА)

№ пп	Показатель	ТЭО временных кондиций	Варианты постоянных кондиций		
			1	2	3
1	Минимальная мощность пласта, м				
2	Максимальная среднепластовая зольность угля $A^d$ , %				
3	Другие параметры кондиций: .....				
4	Запасы в принятом контуре разработки: в числителе — чистого угля, в знаменателе — с учетом засорения, млн. т: разведанные кат. $A+B+C_1$ предварительно оцененные кат. $C_2$				
5	Потери при добыче, %: общие эксплуатационные				
6	Промышленные запасы: в числителе — чистого угля, в знаменателе — с учетом засорения, млн. т				
7	Минимальное содержание попутных компонентов, при котором целесообразно их извлечение, %				
8	Запасы попутных полезных компонентов, млн. т				

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТАБЛ. 64

№ пп	Показатель	ТЭО временных кондиций	Варианты постоянных кондиций		
			1	2	3
9	Годовая производственная мощность шахты (разреза), тыс. т: по горной массе по товарному добытому углю по товарной продукции (для коксующихся углей — выход концентрата, для энергетических углей, — в натуральном и условном топливе)				
10	Годовой объем вскрыши (для разрезов), тыс. м <sup>3</sup>				
11	Промышленный коэффициент вскрыши (для разрезов), м <sup>3</sup> /т				
12	Годовая добыча попутных полезных ископаемых и компонентов, тыс. т				
13	Срок обеспеченности предприятия запасами, лет				
14	Зольность, %: горной массы товарного добытого угля товарной продукции после обогащения				
15	Себестоимость 1 т угля, руб.: товарного добытого обогащения товарной продукции				
16	Себестоимость 1 м <sup>3</sup> вскрыши (для разрезов), руб.				
17	Себестоимость единицы попутной товарной продукции, руб.				

№ пп	Показатель	ТЭО временных кондиций	Варианты постоянных кондиций		
			1	2	3
18	Головные эксплуатационные затраты, млн руб.				
19	То же, с учетом попутных полезных ископаемых и компонентов, млн. руб.				
20	Оптовая цена 1 т товарной продукции, руб.				
21	Оптовая цена 1 т попутно добытых полезных ископаемых или компонентов, руб.				
22	Стоимость годового выпуска товарной продукции, млн. руб.				
23	То же, с учетом попутных полезных ископаемых и компонентов, млн. руб.				
24	Годовая прибыль, млн. руб.				
25	То же, с учетом попутно добытых полезных ископаемых и компонентов, млн. руб.				
26	Капитальные вложения, млн. руб. всего в том числе: на промышленное строительство (реконструкцию) шахты (разреза) на строительство (реконструкцию) обогатительной фабрики на рекультивацию земель и охрану природы районные затраты				
27	Производственные фонды, млн. руб.				
28	Рентабельность к производственным фондам, %				
29	Срок окупаемости капитальных вложений, лет				

влияние параметров кондиций на возможность применения наиболее эффективных систем разработки угля и использования высокопроизводительной прогрессивной техники;

качество и технологические свойства углей (марочный состав, содержание вредных примесей), влияние на количество запасов и качество угля селективного или валового способов отработки разубоженных частей пластов, возможности обогащения углей при подготовке к использованию, дефицит в угле (вообще и с качеством на оцениваемом месторождении); полнота использования недр, масштабность изменения количества балансовых запасов при различных вариантах значений того или иного параметра кондиций;

повариантная масштабность изменения основных экономических показателей работы предприятия.

Для подсчета балансовых запасов угля на оцениваемом месторождении (участке), как правило, устанавливаются следующие параметры кондиций:

минимальная истинная мощность пластов угля в пластопересечении, определяемая по сумме мощностей вынимаемым совместно угольных слоев, внутрипластовых породных прослоев и непосредственно залегающих в почве или кровле углистых пород, а при необходимости дополнительной присечки других пород — с включением мощностей присекаемых пород;

минимальная истинная мощность внутрипластовых породных прослоев или разубоженных интервалов разреза угольных пластов, разделяющих эти пласты в зонах расщепления на объекты самостоятельной разработки и промышленной оценки;

максимальная средневзвешенная по пластопересечению зольность угля  $A^4$  с учетом засорения вынимаемыми совместно с углем породами внутрипластовых и прикровельных (припочвенных) слоев;

максимальная зольность угля, по которой при наличии в разрезе пластов слоев высокозольного угля, постепенно переходящих в углистые породы, выделяются интервалы для подсчета запасов угля в недрах;

границы подсчета запасов углей: глубина подсчета, предельный коэффициент вскрыши либо требования, обуславливающие проведение подсчета запасов в установленных ТЭО кондиций контурах разработки; границы участков, намеченных к первоочередной отработке;

границы и основные параметры для подсчета запасов углей за намеченным ТЭО контуром разработки.

При необходимости в кондициях предусматриваются специфические требования к качеству углей, регламентированные действующими стандартами или техническими условиями для специальных видов направлений их использования в народном

хозяйстве. Кроме того, могут устанавливаться дополнительные параметры, учитывающие отрицательное влияние, которое оказывают на качество углей: их окисление, изменения состава и свойств в результате термального или контактового метаморфизма, а также повышенная сложность условий отработки запасов, связанная с наличием в угольных пластах кремнистых и иных включений, проявлением интенсивной малоамплитудной нарушенности угольных пластов, гидрогеологических, геокриологических и иных природных факторов.

Параметры кондиций для подсчета забалансовых запасов (минимальная мощность пластов, максимальная зольность угля, количество запасов, заключенных в обособленных участках, контуры участков с особо сложными горно-геологическими условиями разработки) устанавливаются с учетом перспектив внедрения более прогрессивной техники и технологии добычи и переработки углей, прогнозов возрастания потребности в них для конкретного района и отрасли в целом и возможностей ее удовлетворения за счет перевода забалансовых запасов в балансовые.

Забалансовые запасы угля подсчитываются только в случае, если в ТЭО кондиций доказана возможность их сохранности в недрах для последующего извлечения и использования. Подсчет таких запасов на площадях подработки и надработки очистными работами, проводимыми по выше- и нижезалегающим пластам, а также заключенных в пропластках угля, которые залегают в кровле пластов сложного строения, во внутрипластовых разубоженных зонах, оставляемых в недрах при отработке более компактных частей пласта, не производится.

К забалансовым могут быть отнесены также запасы, которые по мощности пластов и качеству угля отвечают кондициям, предлагаемым для подсчета балансовых запасов, но находятся за пределами экономически обоснованных контуров отработки и в настоящее время для промышленного освоения нерентабельны. Эти запасы подсчитываются отдельно от остальных забалансовых запасов.

Запасы угля, заключенные в охранных целиках крупных водоемов и водотоков, населенных пунктов, капитальных сооружений и сельскохозяйственных объектов, заповедников, памятников природы, истории и культуры, относятся к балансовым или забалансовым на основании специальных технико-экономических расчетов, в которых учитываются затраты на перенос сооружений или специальные способы отработки запасов.

Подсчитанные забалансовые запасы угля подразделяются в зависимости от причин отнесения их к забалансовым — экономических, технологических, гидрогеологических или горно-технологических.

**Кондиции для подсчета запасов попутных полезных ископаемых и компонентов.** Потребность в каждом виде попутных твердых полезных ископаемых устанавливается министерствами (ведомствами) — потребителями сырья, а для общераспространенных полезных ископаемых и для предприятий местного подчинения — плановыми органами республики (края, области) и конкретными потребителями, в том числе предприятиями, которые разрабатывают или будут разрабатывать оцениваемое месторождение угля. При этом уточняются требования к качеству сырья применительно к принятому направлению использования попутного полезного ископаемого, определяются годовые объемы его добычи, необходимые сроки обеспеченности разведанными запасами предприятий по добыче и переработке сырья.

В случаях, когда ресурсы того или иного вида попутных твердых полезных ископаемых существенно превышают потребность в них на ближайшие годы, при разработке ТЭО кондиций и в расчетах показателей эффективности основного производства (по добыче и использованию угля) учитываются технико-экономические показатели добычи и использования попутных полезных ископаемых только в пределах согласованной потребности. Эти показатели закладываются в обоснование рекомендуемых параметров кондиций.

Геолого-экономическая оценка и параметры кондиций по мощности тел, качеству и технологическим свойствам попутных твердых полезных ископаемых, заключенных в породах внешней и внутренней вскрыши месторождений (участков), которые намечаются к отработке открытым способом, должны быть увязаны с принятой технологией удаления вскрышных пород (высотой уступов, механизацией работ и другими условиями). Селективная выемка каких-либо частей вскрышных пород мощностью, меньшей по сравнению с принятой в технологической схеме удаления этих пород, допускается лишь в случаях, когда эти части содержат дефицитные или особо ценные виды попутных полезных ископаемых. Целесообразность такой выемки должна быть подтверждена специальными технико-экономическими расчетами. В случаях, когда использование оцениваемых полезных ископаемых возможно только при условии шихтовки с другими видами полезных ископаемых, должны быть охарактеризованы источники получения остальных компонентов шихты.

В постоянных кондициях для подсчета балансовых запасов твердых попутных полезных ископаемых предусматриваются:

требования к качеству и технологическим свойствам полезного ископаемого (или получаемой из него продукции), соответствие качества сырья требованиям действующих стандар-

тов или технических условий. Этим параметрам должна удовлетворять проба или интервал, соответствующие высоте эксплуатационного уступа, либо пересечение тела полезного ископаемого в целом;

условия подсчета запасов: статистически или в геометризованных контурах, по сортам (классам, маркам) конечной продукции;

минимальный выход конечной продукции (для месторождений облицовочного камня — минимальный выход блоков);

минимальная мощность тела полезного ископаемого;

максимально допустимая мощность породных и некондиционных прослоев, включаемых в контур подсчета запасов полезного ископаемого;

границы подсчета запасов с экономическим обоснованием контуров разработки.

Перечень параметров кондиций для подсчета забалансовых запасов аналогичен принимаемым для подсчета балансовых запасов. Кондиция для подсчета забалансовых запасов общераспространенных видов полезных ископаемых не устанавливается.

Для попутных твердых полезных ископаемых, потребность в которых в настоящее время отсутствует, кондиции для подсчета балансовых запасов устанавливаются, исходя из достигнутой степени разведанности, на основе укрупненных технико-экономических расчетов, с учетом опыта добычи такого сырья на аналогичных месторождениях и его использования.

Запасы торфа, выявленные на угольных месторождениях (участках), оцениваются в соответствии с инструкцией по разведке торфяных месторождений СССР. Утверждение их производится специально на то уполномоченными органами. В ТЭО кондиций приводятся краткие сведения о распространенности и возможных запасах торфа, даются рекомендации геологоразведочным организациям о согласовании с соответствующими министерствами (ведомствами) вопроса о целесообразности использования выявленных запасов.

Целесообразность использования эксплуатационных запасов подземных вод, участвующих в обводнении угольных месторождений и извлекаемых при их разработке с целью осушения проходных горных выработок (дренажных вод) устанавливается на основании специальных технико-экономических расчетов, учитывающих их количество, качество, возможное направление использования, и обеспеченность удовлетворения имеющейся потребности в воде для того или иного назначения на расчетный срок водопотребления.

При отсутствии потребности в дренажных водах производится общая оценка их эксплуатационных запасов и устанавливаются возможные направления их использования.

Целесообразность утверждения балансовых запасов метана определяется: технологической необходимостью дегазации месторождения (шахтного поля) скважинами, количеством каптируемого метана в соответствии с намечаемой схемой дегазации, его качеством, возможностью сжигания в соответствии с действующими требованиями к безопасности работ и технико-экономическими показателями использования. В расчетах экономической эффективности попутного извлечения и использования каптируемого метана учитываются только расходы, связанные со строительством и эксплуатацией топливных устройств (котелен). Затраты на извлечение (каптаж) метана не учитываются, поскольку предварительная дегазация горных выработок является необходимой технологической частью процесса угледобычи, осуществляемой для обеспечения безопасности ведения горнодобычных работ. Значение коэффициентов извлечения метана из подсчитанных балансовых запасов согласовываются с Министерством угольной промышленности СССР и утверждаются ГКЗ СССР с учетом заключений по ним Министерства геологии СССР.

Промышленное значение содержащихся в угле попутных ценных компонентов (серы, германия, воскодержущих битумов) обосновывается наличием технологической схемы, обеспечивающей извлечение их на рациональной экономической основе. В экономических расчетах учитываются дополнительные затраты, связанные с извлечением попутных компонентов (строительство специальных цехов, расход реагентов и пр.). При необходимости селективной выемки обогащенной ценным компонентом части угольного пласта или организации раздельной добычи угля с промышленным и непромышленным их содержанием, определяются затраты, связанные с соответствующим изменением технологии отработки запасов угля. Расчеты производятся на ту часть запасов попутных компонентов, которая может быть извлечена при принятой технологической схеме. Извлечение попутных компонентов, отнесение их запасов к балансовым определено принятыми при утверждении постоянных кондиций на уголь технико-экономическими расчетами, проектируется на базе достигнутой их изученности.

Кондициями для подсчета запасов попутных компонентов предусматриваются следующие параметры:

для условий валовой отработки угольных пластов содержащих попутные компоненты — минимальные содержания этих компонентов в рядовых пробах для оконтуривания площадей подсчета и предельные средние содержания их в подсчетных блоках или шахтопластах;

для условий селективной выемки частей угольного пласта, обогащенной тем или иным компонентом, — минимальные мощ-

ности селективно вынимаемых частей пласта, минимальные бортовые содержания попутного компонента в краевых выработках для оконтуривания площадей подсчета и минимальное промышленное содержание его в подсчетных блоках, частях пласта, подлежащих селективной отработке;

условия подсчета запасов угля, в которых подсчитываются запасы попутных компонентов (необходимость подразделения на марки, группы, подгруппы, пересчета на сухое состояние и др.)-

В необходимых случаях устанавливаются:

максимальная мощность некондиционных по содержанию ценного компонента прослоев угля и минимальные запасы в изолированных блоках, включаемых в подсчет запасов.

При разработке кондиций для подсчета запасов попутных компонентов рекомендуется учитывать опыт утверждения кондиций для месторождений, на которых осуществляется их попутное извлечение.

Так в утвержденных кондициях для подсчета запасов воско содержащих битумов в углях месторождений Днепровского бассейна в соответствии с техническими требованиями к сырью для действующего Семеновского завода горного воска предусмотрены следующие показатели: средний выход битум-экстракта (битума) по бензолу  $B^d$  — не менее 7%; содержание в битуме смол по ацетону — до 25%. Дополнительно регламентированы предельные значения: влажности углей  $W_i^r$  (55—58%), их зольности  $A^d$  (не более 32%), массовой доли серы общей  $S_i^d$  (до 4,9%), выхода гуминовых кислот  $(HA)_i^d$  (не менее 60 %).

Утвержденными кондициями для подсчета запасов германия в углях украинской части Донецкого бассейна установлены следующие условия. В энергетических германиеносных углях, запасы которых подсчитываются с учетом засорения вынимаемыми совместно породами, минимальное промышленное содержание германия вычисляется по формуле:

$$C_{\min} = \frac{\{C_{\text{уд}} + B_k [0,25 + 4,281A_i^d (1 - W_i^r)]\} (1 - A_n^d)}{0,204B_k (1 - W_i^r) (1 - A_i^d)} \text{ г/т,}$$

где  $C_{\text{уд}}$  — удорожание добычи (в расчете на 1 т угля), связанное с отдельной отработкой германиеносных пластов, относимое на себестоимость германия, руб;  $B_k$  — выход концентрата, в долях единицы; при отсутствии обогащения  $B_k=1$ ;  $A_i^d$  — расчетная зольность угля (концентрата), используемого для сжигания, в долях единицы;  $A_n^d$  — зольность угля в недрах с учетом засорения, рассчитанная по установленной для подсчета запасов угля методике, в долях единицы;  $W_i^r$  — рабочая влажность, в долях единицы.

Подсчет балансовых запасов германия в углях, пригодных

для коксования, с учетом многолетнего опыта действующих в бассейне коксохимических заводов производится по фактическому его содержанию в сухом угле; при подсчете выделяются запасы германия в углях марки Г с содержанием в пересчете на сухой уголь более 4,2 г/т в углях марок ГЖ и Ж более 2,5 г/т.

Целесообразность использования в народном хозяйстве тех или иных отходов добычи и обогащения угля определяется, исходя из баланса производства и потребления получаемой из них продукции в экономическом районе, в котором находится оцениваемое угольное месторождение, с учетом сложившейся в нем сырьевой базы. При этом учитываются возможные изменения указанного баланса в течение намеченного срока разработки месторождения. В технико-экономических расчетах учитываются экономические показатели извлечения и использования отходов производства только в объеме потребности, установленной плановыми органами или министерствами (ведомствами) — потребителями сырья. При ограниченной потребности (когда отходы не могут быть использованы полностью) или ее отсутствии определяется возможный экономический эффект от их использования в полном объеме. При этом обосновываются возможность сохранения их качества при длительном хранении на поверхности и целесообразность отдельного складирования для использования в будущем.

Временные и постоянные кондиции для подсчета запасов отходов добычи и обогащения, пригодных для использования в народном хозяйстве, утверждаются одновременно с кондициями на уголь. Параметры кондиций аналогичны устанавливаемым для попутных твердых полезных ископаемых.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ О ЗАПАСАХ УГЛЯ ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

При проектировании угледобывающих предприятий учитываются балансовые запасы угля и попутных полезных ископаемых, утвержденные в установленном порядке. С разрешения директивных органов проектирование предприятий может осуществляться до утверждения запасов полезных ископаемых с обязательным последующим их утверждением.

В процессе проектирования угледобывающих предприятий должны быть учтены:

а) в целях определения возможных перспектив развития предприятий, предельной глубины и площади разработки, выбора способа вскрытия и места заложения шахтных стволов, контуров карьера, зон обрушения, расположения сооружений, подъездных путей и отвалов учтены как утвержденные, так и принятые Центральными комиссиями по запасам полезных ис-

копаемых министерств и ведомств (ЦКЗ), а также учтенные Государственным балансом запасов полезных ископаемых СССР, запасы угля данного месторождения (включая запасы категории  $C_2$  и забалансовые), а также запасы расположенных вблизи не освоенных промышленностью месторождений;

б) предусмотрены добыча и использование или временное раздельное складирование утвержденных запасов попутных полезных ископаемых, рассмотрена возможность попутной отработки и переработки утвержденных по месторождению (участку) забалансовых запасов угля совместно с балансовыми или предусмотрены мероприятия по сохранению забалансовых запасов угля для использования их в будущем;

в) предусмотрены геологическое изучение недр, вскрываемых в процессе строительства и эксплуатации предприятий по добыче угля, и составление геологической и маркшейдерской документации, а также опережающая проходка горных выработок на всех месторождениях с целью вскрытия и подготовки к отработке угольных пластов, запасы которых оценены по категории  $C_2$ . В частности, в проектах шахт и разрезов предусматриваются затраты на следующие виды работ:

бурение контрольных скважин в местах заложения стволов, разрезных и выездных траншей;

бурение контрольных скважин по направлениям основных горно-подготовительных выработок и в необходимых случаях участков пластов первоочередной отработки;

геологическое обслуживание в процессе строительства;

выполнение научно-исследовательских работ, связанных со строительством и технологией будущего предприятия.

Списание балансовых и забалансовых запасов полезных ископаемых или перевод балансовых запасов в забалансовые при проектировании угледобывающего предприятия, как правило, не допускается. В случаях, когда необходимость списания запасов или перевод балансовых запасов в забалансовые при проектировании обусловлено пересмотром технологии добычи или переработки полезных ископаемых или изменением требований государственных, отраслевых стандартов и технических условий к качеству сырья, против принятых при утверждении запасов, и это не определяет необходимости пересмотра кондиций, оно допускается, как исключение, по решению ГКЗ СССР (ТКЗ), при наличии положительных заключений организации, осуществляющей разведку месторождения, и предприятия, для которого ведутся проектные работы, а также согласования с соответствующими органами госгортехнадзора.

На вовлеченных в промышленное освоение месторождениях должны осуществляться доразведка (см. гл. 10) и эксплуатационная разведка.

**Эксплуатационная разведка** проводится в течение всего пе-

риода разработки месторождения для планомерного систематического получения данных, обеспечивающих текущее (годовое) и оперативное (квартальное, месячное, суточное) планирование добычи полезного ископаемого, а также контроль за полнотой и качеством отработки запасов.

Основными задачами эксплуатационной разведки являются: уточнение полученных при детальной разведке данных о контурах тел полезного ископаемого, их внутреннем строении и условиях залегания, количестве и качестве запасов, геометрии технологических типов и сортов полезного ископаемого, а также горно-геологических и гидрогеологических условий его разработки;

корректировка схем (проектов) текущей подготовки и отработки угольных пластов, определение величин подготовленных и готовых к выемке запасов, плановых потерь и разубоживания угля.

Эксплуатационная разведка опережает очистные и горно-подготовительные работы, в некоторых случаях совмещается с последними. Так, детализация условий залегания пластов на сильнонарушенных месторождениях (участках) с мелкоблоковой структурой, а также уточнение контуров рабочего значения невыдержанных пластов проводятся, как правило, горно-подготовительными выработками. В остальных случаях используются скважины, проходимые с поверхности или (при возможности) из горных выработок, и материалы планомерно проводимых шахтной геологической службой наблюдений, замеров и опробование угольных пластов и пород при ведении горно-эксплуатационных работ. В результате проведенных работ осуществляются перевод запасов категорий  $C_1$  и  $C_2$  в более высокие категории и подсчет вновь выявленных запасов. При проектировании угледобывающего предприятия разрешается использование принятых ЦКЗ дополнительно выявленных на разрабатываемом месторождении (участке) балансовых категорий  $A+V+C_1$  в количестве, суммарно не превышающем 20% общих запасов этих категорий, утвержденных ГКЗ СССР (ТКЗ).

Материалы эксплуатационной разведки используются для определения фактических потерь угля при его добыче. Они учитываются также при оформлении списания с баланса угледобывающего предприятия не подтвердившихся или утративших промышленное значение запасов угля в результате получения при разработке месторождения (участка) данных, обусловивших пересмотр прежних представлений о количестве запасов, их качестве и условиях залегания.

Списание балансовых запасов попутных полезных ископаемых, содержащихся во вскрышных и вмещающих породах, из-за отсутствия потребителей может осуществляться ежегод-

но угледобывающим предприятием в размере фактической отработки при наличии положительных заключений республиканских, краевых и областных плановых органов и заинтересованных министерств (возможных потребителей) о целесообразности такого списания.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аналитическая химия и технический анализ угля/И. В. Авгушевич, Т. М. Броневец, И. В. Еремин и др. — М.: Недра, 1987.
2. Волков В. Н. Геология и охрана ресурсов ископаемых углей. — Л.: Недра, 1985.
3. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР/Под ред. А. И. Кравцова. Т. 1—2. — М.: Недра, 1979.
4. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. — Т. 1—12. — М.: Недра, 1972—1976.
5. Геологические основы методики изучения и прогнозирования газоносности вмещающих пород угольных месторождений/Б. М. Зимаков, В. Я. Колесник, А. Г. Ефремова. — М.: ИПКООН АН СССР, 1986.
6. Гречухин В. В. Изучение угленосных формаций геофизическими методами. — М.: Недра, 1980.
7. Егоров А. И. Пояса углеобразования и нефтегазоносные зоны земного шара. — Ростов н/Д., 1960.
8. Жемчужников Ю. А. Общая геология ископаемых углей. — М.: Углетехиздат, 1948.
9. Запасы углей стран мира. — М.: Недра, 1983.
10. Иванов Г. А. Угленосные формации. — Л.: Наука, 1967.
11. Клер В. Р. Изучение и оценка качества углей при геологоразведочных работах. — М.: Недра, 1975.
12. Клер В. Р. Изучение сопутствующих полезных ископаемых при разведке угольных месторождений. — М.: Недра, 1979.
13. Матвеев А. К. Геология угольных бассейнов и месторождений СССР. — М.: Недра, 1989.
14. Методические указания по технико-экономическому обоснованию постоянных кондиций для подсчета запасов месторождений углей и горючих сланцев. — М.: ГКЗ СССР, 1988.
15. Методика определения газоносности вмещающих пород угольных месторождений при геологоразведочных работах/Мингео СССР ВНИГРИУголь. — М.: Недра, 1988.
16. Минеральные ресурсы промышленно-развитых капиталистических и развивающихся стран. — М.: ВНИИзарубежгеология, 1988.
17. Миронов К. В. Геологические основы разведки угольных месторождений. — М.: Недра, 1973.
18. Миронов К. В. Справочник геолога-угольщика. — М.: Недра, 1982.
19. Муратов М. В., Цейслер В. М. Принципы тектонического районирования и основные структурные элементы территории СССР в связи с изучением угленосных формаций//Тектоника угольных бассейнов и месторождений СССР. — М.: Недра, 1976.
20. Основные закономерности строения и образования угленосных формаций и методы прогноза угленосности/Под ред. Г. А. Иванова, Н. В. Иванова, А. В. Македонова. — Л.: Недра, 1985.
21. Очеретенко И. А. Методическое пособие по изучению тектоники при разведке угольных месторождений. — Л.: Недра, 1988.
22. Петрография углей СССР/Под ред. И. Э. Вальца. — Л.: Недра, 1982.
23. Петрология углей/Э. Штах, М. Т. Маковски, М. Тейхмюллер и др. — М.: Мир, 1978.
24. Погребнов Н. И. Тектоническая классификация угольных бассейнов и месторождений СССР//Тектоника угольных бассейнов и месторождений СССР. — М.: Недра, 1976.

25. Сборник руководящих материалов по охране недр при разработке месторождений полезных ископаемых. — М.: Недра, 1987.
26. Сборник руководящих материалов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых. Т. 1—4. — М.: ГКЗ СССР, 1985—1986.
27. Справочник по бурению скважин на уголь/Г. П. Новиков, О. К. Белкин, Л. К. Ключев и др. — М.: Недра, 1988.
28. Терентьев Е. В. Элементарные тектонические структуры угольных бассейнов и их типизация//Тектоника угольных бассейнов и месторождений СССР. — М.: Недра, 1976.
29. Тимофеев П. П., Череповский В. Ф., Шарудо И. И. Эволюция угленосности на территории СССР. — М.: Недра, 1979.
30. Угленосные формации верхнего палеозоя СССР. — М.: Недра, 1975.
31. Ягубяц Т. А. Морфоструктурный анализ угольных залежей. — М.: Недра, 1988.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Антрацит 9, 13, 81, 84, 88
- Битумы 77, 329, 351
- Богхед 24
- Бурый уголь 8, 13, 80, 84, 88
- Влага угля 6, 8, 60
- Гелификация 12, 14—15
- Гумиты 6
- Гумификация 10
- Гумолиты 6, 10, 14
- Диагенез угля 13
- Запасы балансовые 134, 312
- забалансовые 134, 315
- предварительно оцененные 137
- промышленные 140
- разведанные 137
- Зольность угля 62, 304
- Каменный уголь 9, 13, 80, 84, 88
- Каротаж 263
- Категории запасов 137, 315
- Кеннель 24
- Коксующесть угля 74
- Кондиции 133, 335
- Лигниты 8
- Липтобиолиты 6, 12, 15, 21, 24
- Литотипы угля 13, 22, 51
- Марки угля 79, 84, 90
- Мацералы угля 13, 17, 51
- Метаморфизм угля 22, 29, 85
- Микроэлементы в углях 78
- Минеральные включения 6, 7, 19
- Обогащение угля 64
- Обогатимость угля 66
- Опорные профили 274, 279
- Первичная восстановленность угля 21, 85
- Плотность угля 57, 305
- Подсчет запасов, методы 297
- Подготовленность месторождения для промышленного освоения 138, 333
- Прогнозные ресурсы 142
- Сапрогумолиты 6, 12, 15, 21, 24
- Сапропелиты 6, 15, 21, 24
- Спекаемость угля 70
- Стадийность геологоразведочных работ 259, 267
- Торфообразование 10
- Угленосные провинции 43
- Угленосность 113

Угленосные районы	147
Углеобразования пояса и узлы	41, 43
Углеплотность	113
Углефикация	6, 10, 13
Угольное месторождение	105, 132
Угольный бассейн	113, 146
Угольный пласт	107, 303
Условное топливо	70
Фиозенизация	12, 14, 85
Эксплуатационная разведка	353

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
<b>Глава 1. Общие сведения об ископаемых углях</b>	<b>6</b>
Вещственный состав углей, их природные типы	6
Виды угля	8
<b>Глава 2. Условия образования углей</b>	<b>10</b>
Торфообразование	10
Углефикация	13
Окисление угля	29
<b>Глава 3. Основные закономерности пространственного размещения ископаемых углей</b>	<b>30</b>
Общие предпосылки углеобразования	30
Угленосные формации	34
Общие закономерности пространственного размещения угленосных отложений	41
Мировые ресурсы угля	48
<b>Глава 4. Показатели качества угля и методы их определения</b>	<b>50</b>
Характер исследований качества угля и формы выражения их результатов	50
Изучение свойств угля в естественном состоянии	51
Физические свойства угля	55
Элементный анализ	59
Технический анализ	59
Изучение свойств угля при термическом воздействии	70
Групповой анализ	77
Микроэлементы в углях	78
<b>Глава 5. Промышленные классификации углей</b>	<b>79</b>
Промышленные классификации	79
Промышленно-генетические классификации	86
Направления использования углей	91
Классификации окисленных углей	99
Международные классификации	104
<b>Глава 6. Горно-геологические особенности угольных месторождений</b>	<b>105</b>
Морфология угольных пластов	107
Тектоника угольных месторождений	113
Прочностные и другие свойства вмещающих уголь пород	117
Гидрогеологические условия	125
Прочие горно-геологические условия	126
Попутные полезные ископаемые и компоненты	128
<b>Глава 7. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых</b>	<b>132</b>
	361

Общие положения . . . . .	132
Кондиции на минеральное сырье . . . . .	134
Запасы полезных ископаемых . . . . .	136
Прогнозные ресурсы . . . . .	142
Международная классификация запасов . . . . .	145
<b>Глава 8. Угольные бассейны и месторождения СССР . . . . .</b>	<b>146</b>
Бассейны и месторождения Украины и Белоруссии . . . . .	147
Месторождения Днепровско-Донецкой и Припятской впадин . . . . .	161
Бассейны и угленосные площади европейской части РСФСР . . . . .	163
Бассейны и месторождения восточного склона Урала . . . . .	175
Месторождения Грузии . . . . .	183
Бассейны и месторождения Казахстана . . . . .	185
Месторождения Средней Азии . . . . .	198
Бассейны и месторождения Западной и Восточной Сибири . . . . .	204
Месторождения Забайкалья . . . . .	224
Бассейны и месторождения Якутии . . . . .	232
Бассейны и месторождения Амурской области и Хабаровского края . . . . .	241
Бассейны и месторождения Приморья . . . . .	245
Месторождения Северо-Востока СССР . . . . .	252
Месторождения о. Сахалина . . . . .	255
<b>Глава 9. Общие задачи и технические средства геологического изучения угольных месторождений . . . . .</b>	<b>258</b>
Общие задачи геологического изучения месторождений твердых полезных ископаемых, стадийность геологоразведочных работ . . . . .	258
Технические средства разведки угольных месторождений . . . . .	260
<b>Глава 10. Методические принципы изучения геологического строения угольных месторождений . . . . .</b>	<b>267</b>
Поисковые работы . . . . .	267
Предварительная разведка . . . . .	272
Детальная разведка . . . . .	276
Доразведка месторождений . . . . .	283
<b>Глава 11. Изучение качества угля . . . . .</b>	<b>284</b>
Опробование . . . . .	284
Характер исследований качества угля на различных стадиях разведки . . . . .	288
<b>Глава 12. Изучение горно-геологических условий . . . . .</b>	<b>291</b>
Гидрогеологические исследования . . . . .	291
Инженерно-геологические исследования . . . . .	294
Изучение газоносности и других природных факторов . . . . .	295
<b>Глава 13. Подсчет запасов угля . . . . .</b>	<b>296</b>
Общие положения . . . . .	296
Методы подсчета запасов . . . . .	297
Подготовка исходных данных . . . . .	303
Графическая основа подсчета запасов . . . . .	306
Основные принципы оконтуривания . . . . .	309
Выделение подсчетных блоков . . . . .	312
Подразделение запасов по категориям . . . . .	315
Технические операции и оформление результатов подсчета запасов . . . . .	318

<b>Глава 14. Изучение попутных полезных ископаемых и компонентов, отходов производства . . . . .</b>	<b>323</b>
Попутные твердые полезные ископаемые . . . . .	323
Подземные воды . . . . .	325
Метан . . . . .	326
Попутные компоненты . . . . .	328
Отходы производства . . . . .	331
<b>Глава 15. Подготовленность разведанных месторождений для промышленного освоения . . . . .</b>	<b>333</b>
Общие положения . . . . .	333
Технико-экономическое обоснование (ТЭО) кондиций для угольных месторождений . . . . .	335
Использование данных о запасах угля при промышленном освоении месторождений . . . . .	353
Список литературы . . . . .	357
Предметный указатель . . . . .	359

**Миронов К. В.**

М 64 Справочник геолога-угольщика. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Недра, 1991. — 363 с.: ил.  
ISBN 5-247-01661-0

Рассмотрены природные типы, вещественный состав, физические и технологические свойства, сопутствующие полезные ископаемые углей. Кратко охарактеризованы процессы подготовки и переработки угля, показатели его качества, генетические и промышленные классификации. Изложены современные представления о генезисе углей, закономерностях образования и размещения месторождений угля, их геологических и горно-геологических особенностях. Во второе издание (1-е изд. — 1982) внесены дополнения и изменения, связанные с выявлением новых месторождений, пересмотром стандартов к качеству угля.

Для инженерно-технических работников геологоразведочных, проектных и эксплуатационных организаций топливных отраслей промышленности.

М 1804060100—079 41—91  
043(01)—91

ББК 26.325.33

СПРАВОЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**Миронов Константин Васильевич**

**СПРАВОЧНИК ГЕОЛОГА-УГОЛЬЩИКА**

Заведующий редакцией *В. А. Крыжановский*  
Редактор издательства *Л. С. Цапина*  
Технические редакторы *Л. А. Мурашова, Н. В. Панфилова*  
Корректор *Э. А. Ляхова*

ИБ № 8358

Сдано в набор 25.09.90. Подписано в печать 17.01.91. Формат 60×90<sup>1/8</sup>. Бумага типографская № 1. Гарнитура Литературная. Печать высокая. Усл.-печ. л. 23,0. Усл. кр.-отт. 23,0. Уч.-изд. л. 23,35. Тираж 4050 экз. Заказ 441/2366—2. Цена 1 р. 90 к.

Ордена «Знак Почета» издательство «Недра»  
125047 Москва, Тверская застава, 3

Московская типография № 11 Государственного комитета СССР по печати, 113105, Москва, Нагатинская ул., д. 1