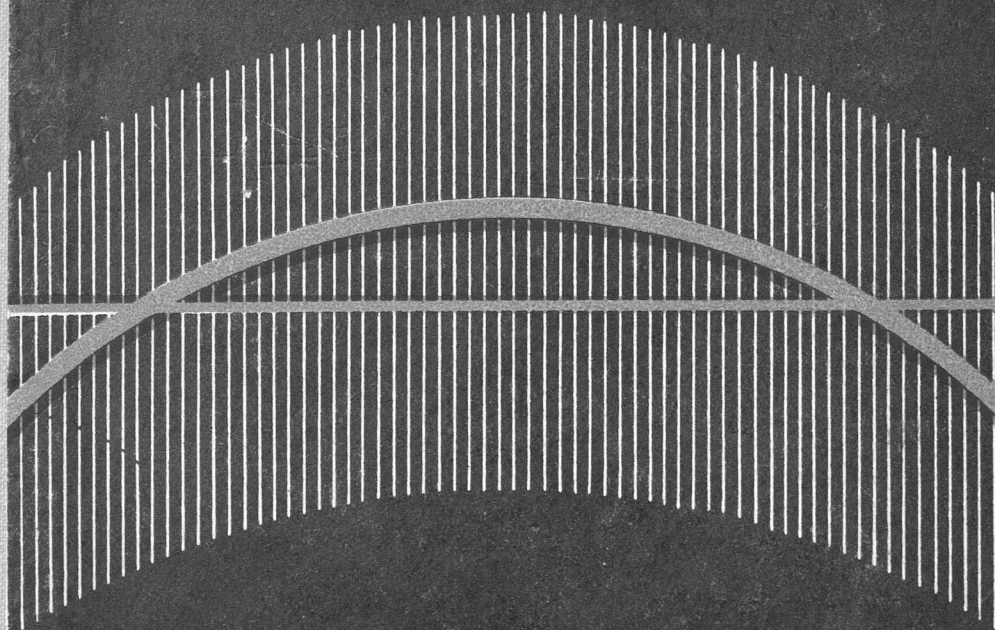


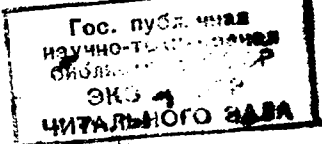
ГАЗООБИЛЬНОСТЬ
КАМЕННОУГОЛЬНЫХ
ШАХТ



ГАЗООБИЛЬНОСТЬ КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ШАХТ



Москва
«НЕДРА»
1974



ДН

31507

24-24569

Газообильность каменноугольных шахт. М., «Недра», 1974. 208 с.
Авт.: К. А. Ефремов, Г. П. Дубов, А. И. Дьячков и др.

В книге рассмотрены вопросы прогноза газовыделения в угольных шахтах и управления им.

Приведены данные по газовому балансу участков при системах разработки, наиболее часто применяемых в Кузнецком бассейне. Рассмотрены закономерности газовыделения из основных источников метана с учетом влияния наиболее существенных природных и горнотехнических факторов. Дан прогноз газообильности нижних горизонтов действующих шахт и шахт-новостроек Кузбасса с обоснованием применяемых методов прогноза и их модификаций. Рассмотрена область применения различных методов управления газовыделением в шахтах в зависимости от систем разработки и горно-геологических условий.

Книга предназначена для инженерно-технических работников угольных шахт, проектных институтов, геологической службы и других организаций угольной промышленности, а также для научных работников.

Табл. 69, ил. 47, список лит. — 73 назв.

Г 30703—219
043(01)—74 341—74

© Издательство «Недра», 1974.

*Кирилл Александрович Ефремов,
Геннадий Петрович Дубов,
Алексей Иванович Дьячков,
Геннадий Федорович Одноруков,
Давид Михайлович Пролыгин*

Газообильность каменноугольных шахт

Редактор издательства Г. В. Виноградова
Технический редактор Н. В. Жидкова

Переплет художника А. Е. Григорьева
Корректор М. П. Курылева

Сдано в набор 15/XI 1973 г. Подписано в печать 15/V 1974 г. Т-10037 Формат 60×90^{1/16}
Бумага № 2 Печ. л. 13,0 Уч.-изд. л. 13,72 Тираж 2000 экз. Заказ № 647/4157-10 Цена 80 коп.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19
Московская типография № 6 Союзполиграфпрома при Государственном комитете
Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
109088, Москва, Ж-88, Южнопортовая ул., 24.

ВВЕДЕНИЕ

Кузнецкий каменноугольный бассейн расположен между Кузнецким Алатау и Салаирским кряжем и представляет собой крупный синклиниорий, вытянутый с юга-востока на северо-запад. Глубина залегания замковой части угленосных отложений — предположительно не менее 5—8 км.

Основная угленосная толща относится к отложениям верхнекарбонového и пермского возраста. Эта толща подразделяется на две серии — более древнюю балахонскую и более молодую кольчугинскую, между которыми залегает безугольная кузнецкая свита. Максимальная угленосность приурочена к балахонской серии: в Присалаирской зоне коэффициент угленосности достигает 8—11%. Наиболее мощные пласты бассейна (до 8—20 м) находятся в пределах верхнебалахонской свиты. Пласты нижнебалахонской свиты, как правило, имеют значительно меньшую мощность, лишь отдельные из них достигают 2,5—3 м. По составу балахонские угли весьма разнообразны. Мощные пласты образовались в изменчивых фациальных условиях и поэтому обычно сложены большим числом пачек различного петрографического типа; по макропетрографическим признакам в углях данной серии наиболее распространен полуматовый штриховато-полосчатый тип. Диапазон метаморфизма — от газовых углей в восточной части бассейна до полуантрацитов и антрацитов на крайнем юго-западе.

В составе отложений кольчугинской серии преобладают пласты средней и малой мощности. Угльное вещество большей частью однородное: угли по макропетрографическим признакам — блестящие и полублестящие, содержащие 70—80% и более витринита. Кольчугинские угли менее метаморфизированы, чем балахонские: угли нижней части разреза Беловского и Осиновского районов относятся к жирным, остальные — в основном газовые и длиннопламенные.

Высокая угленосность разрезов балахонской и кольчугинской серий обуславливает сближенность многих пластов почти на всех месторождениях Кузбасса.

Таблица 1

Район	Стратиграфическое положение рабочих угольных пластов (свиты и подсвиты балахонской серии)					
	верхнебалахонская				нижебалахонская	
	усятская	кемеровская	Гришиновская	промежуточная	алыкаевская	мазуровская
Анжерский	—	—	—	—	+	+
Кемеровский	—	+	+	+	+	+
Прокопьевско-Киселевский	+	+	+	+	—	—
Аралничевский	+	+	+	+	—	—
Бунгуро-Чумышский	+	+	+	+	—	—
Кондомский	+	+	+	+	+	+
Томь-Усинский	+	+	+	+	+	+

Примечание. Знаком «+» обозначено наличие пластов в данной подсвите, «—» указывает на отсутствие пластов.

Принадлежность района к геотектоническим зонам				Показатели качества углей	
Присалаирская складчатая	Приколывань-Томская складчатая	Центральная пологоскладчатая	Приалатауская и Пригорношорская моноклиналиная	выход легучих %	марки углей
—	+	—	+	10—23	К, К ₂ , ОС, Т
—	+	—	+	13—33	ГЖ, КЖ, К, К ₂ , ОС, Т, ОС
+	—	—	—	10—36	ГЖ, КЖ, К, К ₂ , Т, СС
—	—	+	—	5—12	Т, А
+	—	—	—	5—24	К, К ₂ , ОС, Т, ПА
—	—	—	—	8—22	К, К ₂ , ОС, Т
—	—	—	+	11—24	К, К ₂ , Т

зывает на отсутствие пластов.

Таблица 2

Район	Стратиграфическое положение рабочих угольных пластов (свиты и подсвиты кольчугинской серии)				
	ерунаковская			ильнская	
	тайлуганская	грамотинская	леннская	ускатская	казанково-маркинская
Ленинский	+	+	+	+	+
Беловский	—	+	+	+	+
Ускацкий	—	—	+	+	+
Ерунаковский	+	+	+	+	+
Байдаевский	—	—	+	+	+
Осиновский	—	—	—	+	+
Томь-Усинский (Распадское месторождение)	—	—	+	+	+

Принадлежность района к геотектоническим зонам				Показатели качества углей	
Присалаирская складчатая	Приколывань-Томская складчатая	Центральная пологоскладчатая	Приалатауская и Пригорношорская моноклиналиная	выход легучих %	марки углей
+	—	—	—	27—45	Д, Г, ГЖ, Ж
+	+	—	—	24—41	Г, Ж
+	—	—	—	29—39	Г, ГЖ, Ж
—	—	+	—	32—47	Д, Г, ГЖ, Ж
—	—	+	—	28—40	Г, ГЖ, Ж
—	—	+	—	25—37	Ж
—	—	—	+	34—38	ГЖ, Ж

Кузнецкий каменноугольный бассейн характеризуется исключительно сложным тектоническим строением. В различные геологические эпохи происходили интенсивные дислокации, в результате которых образовались многочисленные крупные и мелкие складки и разрывные нарушения различной формы и амплитуды. Углы падения пластов изменяются от 0° (в замках широких складок) до опрокинутых.

По характеру образовавшейся складчатости и дизъюнктивной нарушенности выделяются четыре геотектонические зоны:

Присалаирская зона линейной складчатости и разрывов вдоль юго-западной границы бассейна;

Приколывань-Томская зона линейной складчатости и разрывов вдоль северо-западной границы бассейна;

Центральная зона пологих складок и куполовидных поднятий;

Приалатауская и Пригорношорская зоны моноклиналей по северо-восточной и юго-восточной окраинам бассейна.

По структурно-геологическим признакам с учетом условий эксплуатации в Кузбассе различают 25 геолого-экономических районов. Из них освоены или осваиваются промышленностью с добычей углей шахтным способом и представляют в связи с этим практический интерес в отношении изучения газоносности пластов и газообильности шахт 12 районов (табл. 1 и 2).

Первые сведения о наличии метана в углях Кузбасса встречаются в работе С. О. Гроссмана [11]. В последующие годы изучением и прогнозом газообильности шахт Кузбасса занимались Институт горного дела им. А. А. Скочинского (Г. Д. Лидин), Кузнецкий научно-исследовательский угольный институт (И. М. Печук, А. И. Динеев, С. А. Баталин), Томский политехнический институт им. С. М. Кирова (А. Ф. Каратаев) и Институт геологических наук Академии наук СССР (А. И. Кравцов).

Начиная с 1951—1954 гг. ведущее значение в исследовании вопросов прогноза газообильности и борьбы с газом в шахтах Кузбасса приобретают работы ВостНИИ. Ставшее к тому времени обязательным составление прогнозов газообильности проектируемых шахт-новостроек и нижних горизонтов действующих шахт выполнялось вначале самим институтом, позднее — проектными организациями (Сибгипрошахт, Кузбассгипрошахт, ВНИИГидроуголь, проектные конторы комбинатов) под методическим руководством ВостНИИ. Первоначально применялся обычно горностатистический метод прогноза, дополненный некоторыми положениями других методов. Однако надежность прогнозов была низкой ввиду недостаточного количества исходных данных. Поэтому ВостНИИ и трестом «Кузбассуглегеология» были проведены исследования по разработке технических средств и методики опробования угольных пластов на газоносность при разведке.

В дальнейшем исследовании вопросов газообильности шахт велись институтом в следующих направлениях:

изучение источников газа, неравномерности газовыделения и области целесообразного применения горнотехнических методов управления газовыделением в шахтах;

разработка и совершенствование методики прогноза газообильности горных выработок по данным газоносности угольных пластов применительно к специфическим условиям Кузбасса;

составление прогноза газообильности шахт по месторождениям бассейна.

Большая актуальность исследований обуславливается возрастающим значением борьбы с газовыделением в связи с ростом глубины горных работ и техническим перевооружением производства, что сопровождается увеличением газообильности угольных шахт Кузбасса (табл. 3).

В настоящей монографии освещаются результаты исследований ВостНИИ, касающихся вопросов прогноза газообильности шахт-новостроек и нижних горизонтов действующих шахт по месторождениям бассейна, изучения источников газовыделения в шахтах и их количественного значения при различных системах разработки, области применения различных мероприятий по борьбе с газом.

Глава I написана К. А. Ефремовым и А. И. Дьячковым, глава II — Г. П. Дубовым (§ 3), Д. М. Пролыгиным (§ 4) и

Категория по газу	Количество шахт (%) по годам					
	1941	1947	1953	1959	1965	1971
Сверхкатегорные	7	15	24	31	49	58
III категории	5	9	6	14	9	15
II категории	7	8	21	17	18	17
I категории	47	51	49	38	14	10
Негазовые	34	17	—	—	—	—

Примечание. Сведения за 1941—1947 гг. приведены по данным Г. Д. Лидина [36] за 1953—1971 гг. — по первичным материалам.

А. И. Дьячковым (§ 5), глава III — Г. Ф. Одноруковым с участием Ф. М. Гайбовича и Н. П. Таран, глава IV — Д. М. Пролыгиным (§ 9 — с участием А. И. Дьячкова), глава V, введение и заключение — К. А. Ефремовым (§ 13 — с участием Д. М. Пролыгина), глава VI — К. А. Ефремовым, А. И. Дьячковым и Д. М. Пролыгиным. Общее редактирование выполнено К. А. Ефремовым.

Авторы выражают признательность руководителям и работникам комбината «Кузбассуголь», треста «Кузбассуглегеология» и шахт Кузнецкого бассейна, представившим необходимые первичные сведения о природной газоносности угольных пластов и газообильности горных выработок действующих шахт, а также маркшейдерские и геологические материалы.

Глава I

ИСТОЧНИКИ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ В ШАХТАХ И ГАЗОВЫЙ БАЛАНС УЧАСТКОВ ПРИ ОСНОВНЫХ СИСТЕМАХ РАЗРАБОТКИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КУЗБАССЕ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Сложность и многообразие горно-геологических условий Кузбасса обуславливают применение различных систем разработки угольных пластов и даже одновременное применение нескольких систем на одной и той же шахте.

Исследованиями установлено, что газообильность шахт Кузбасса определяют в первую очередь тектоническое строение месторождения, сближенность пластов угля и степень метаморфизма углей.

Наибольшая газообильность горных выработок наблюдается при определенном сочетании этих трех факторов, когда они способствуют сохранению высокой природной газоносности угольных пластов и выделению значительных количеств метана в рудничную атмосферу. Такие условия создаются в следующих случаях:

1. Если разрабатываемые пласты не имеют выхода под наносы ввиду того, что между действующим горизонтом горных работ и поверхностью проходит закрытое дизъюнктивное нарушение (разрыв пласта), или же пласты залегают в закрытой антиклинальной структуре, замыкаясь на глубине не менее 30—40 м от поверхности. Как в том, так и в другом случае вековая миграция газов протекала в затрудненных условиях и в пластах сохранилось большее количество газа, чем на той же глубине на участках, где они выходят под наносы¹.

2. При высокой угленасыщенности отложений, обуславливающей перераспределение выделений газа при разработке свит сбли-

¹ См., например, работу Печука И. М. «Вентиляция и борьба с газом на шахтах Кузбасса», М., Углетехиздат, 1946.

женных пластов: выемочные участки пласта, разрабатываемого первым (в Кузбассе, как правило, верхнего), резко выделяются повышенной газообильностью. При разработке мощных пластов угля слоевыми системами наиболее высокая газообильность выработок отмечается при выемке первого слоя.

3. При разработке углей высокой степени метаморфизма (марки Т, СС, ОС), что обуславливает, при прочих равных условиях, более высокую газообильность горных выработок в силу повышенной сорбционной способности этих углей по отношению к метану [2, 37, 66, 68, 70, 71, 73].

При одновременном наличии всех этих условий абсолютная газообильность отдельных участков шахт Кузбасса уже на глубине 150—200 м от поверхности может превышать 10 000 м³/сут, в некоторых случаях даже 20 000 м³/сут. При сочетании первых двух факторов такая газообильность возможна на глубине 250—300 м от поверхности.

Если в границах одного и того же шахтного поля резко изменяются горно-геологические условия (особенно тектоника), то, как правило, газообильность выработок различных шахтопластов и даже одного и того же пласта подвержена значительным колебаниям. Как следствие, ряд шахт бассейна отнесен к III категории и сверхкатегорным по газу, хотя в целом по шахте суммарное газовыделение сравнительно невелико. В качестве иллюстрации указанного положения в табл. 4 приведены данные о максимальной

Таблица 4

Шахта	Относительная газообильность		
	максимальная за период 1966—1970 гг.		средневзвешенная по шахте за пятилетие в целом, м ³ /т добычи
	год	м ³ /т добычи	
«Ноградская»	1970	95,3	11,1
Им. Димитрова	1970	82,3	31,3
«Северный Маганак»	1967	73,7	2,5
«Редаково»	1969	66,7	25,9
Им. Ворошилова	1970	61,0	6,1
Им. Орджоникидзе	1969	57,0	23,3
№ 12	1970	52,7	5,6
«Абашевская»	1969	48,5	10,3
«Высокая»	1969	42,5	10,7
«Коксовая»	1969	41,0	14,0
«Судженская»	1969	41,0	5,7
«Северная»	1966	40,0	20,4

ной (по результатам определений категории шахты по газу) и средневзвешенной газообильности горных выработок двенадцати наиболее газовых шахт бассейна за 1966—1970 гг.

Для успешного решения вопросов борьбы с метаном необходимо знать источники газовыделения и их удельное значение в общем дебите газа, иными словами — структуру газового баланса участков.

Основные источники выделения метана на действующих горизонтах угольных шахт Кузбасса:

выработанные пространства в пределах выемочных участков — за счет выделения газа из соседних пластов, боковых пород, неразрабатываемых пачек угольного пласта и оставляемого в завале угля;

угольные массивы в пределах очистного участка; стенки, кровля и почва подготовительных выработок.

Второстепенными источниками газовыделения могут являться зоны геологических нарушений, старые выработанные пространства (за пределами выемочных участков) и оставляемые целики угля.

За последние годы наиболее газоносные пласты на шахтах Кузбасса разрабатывались главным образом следующими системами: длинными столбами по простиранию, щитовой, комбинированной с гибким перекрытием, наклонными слоями с гидрозакладкой, а при гидравлической технологии добычи угля — подэтажной гидроотбойкой. На примере этих систем приводится изложение обобщенных результатов исследований ВостНИИ по выявлению структуры газовых балансов участков. При этом надо иметь в виду, что приводимые ниже данные характерны для наиболее газообильных участков, разрабатываемых каждой из систем, но не для системы в целом. При малой газообильности участков, например при отсутствии газовыделения из сближенных пластов, структура газового баланса может значительно отличаться от описываемой.

§ 2. СТРУКТУРА ГАЗОВОГО БАЛАНСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТАДИИ ОТРАБОТКИ УЧАСТКОВ

Система разработки длинными столбами по простиранию. Более половины высокогазообильных участков разрабатывалось в Кузбассе за последние годы системой длинных столбов по простиранию. Эта система разработки применяется в различных по геологическому строению районах бассейна. Больше всего участков с высокой абсолютной газообильностью встречается на пологих пластах, разрабатываемых высокопроизводительными механизированными лавами. На пологом и наклонном падении этаж разделяется, как правило, на два-три подэтажа, на крутом иногда число подэтажей доходит до пяти-шести; в последнем случае лавы отрабатываются одновременно, обычно с опережением нижних лав верхними.

Тектонические факторы, определяющие высокую газообильность участков (закрытые и полузакрытые антиклинальные склад-

ки и дизъюнктивные нарушения, срезающие выходы пластов на поверхность), проявляются в районах с крутыми пластами (Аралчевском, Кемеровском, Анжерском). В районах с пологими и наклонными пластами геологическое строение месторождений более выдержанное.

Наличие свит сближенных пластов характерно для всех районов Кузбасса. В Анжерском и Кемеровском районах большинство сближенных пластов является рабочими пластами, разрабатываемыми во вторую очередь; в других районах рабочие пласты чередуются с нерабочими.

Наиболее высокой степенью метаморфизма отличаются пласты Аралчевского, Анжерского и отчасти Кемеровского районов, подчиненные балахонской серии. В районах кольчугинской серии отмечено возрастание степени углефикации пластов по мере увеличения глубины горных работ.

Основными источниками газовой выделению при разработке угольных пластов системой длинных столбов по простиранию с обрушением кровли являются: выработанные пространства действующих участков, забой лав и массивы угля впереди них, обнаженные угольные поверхности подготовительных выработок. При механизированной выемке угля и большой скорости подвигания очистных и подготовительных забоев повышается значение газовой выделению из транспортируемого угля в общем газовом балансе участка.

Газовыделение из выработанных пространств связано с наличием в кровле или почве разрабатываемого пласта сближенных с ним пластов, а также невынимаемых пачек угля. При этом величина газовой выделению зависит также от площади самого выработанного пространства и от шага обрушения.

Газовыделение из очистного забоя и из массива угля впереди лав изменяется в зависимости от длины лавы. При коротких лавах (менее 100 м) его роль в общем газовом балансе участка сравнительно невелика вследствие дегазации массива подготовительными выработками, особенно при значительном разрыве во времени между началом подготовительных и очистных работ. На участках с относительно высоким удельным значением этого источника отмечается влияние тектоники участка, мощности пласта, протяженности линии очистных забоев, способа выемки угля.

Значительная роль в общем газовом балансе участка принадлежит газовой выделению с обнаженных угольных поверхностей в проводимых и проведенных подготовительных выработках. На газовой выделению из этого источника оказывают влияние тектоника участка (складчатость и дизъюнктивность), угол падения пласта, глубина горных работ от поверхности, качественный состав угля—факторы, определяющие величину природной газоносности пласта. Кроме того, имеет значение скорость проведения и общая протяженность сети подготовительных выработок.

Чтобы проанализировать структуру газового баланса и ее изменение во времени, необходимо выделить три стадии работы участка:

I — проведение подготовительных выработок и начало очистных работ до первичного обрушения основной кровли;

II — начальный и средний периоды очистной выемки, которые характеризуются относительно небольшой площадью выработанных пространств;

III — полное развитие очистных работ, характеризующееся преобладающей площадью выработанных пространств по сравнению с невынутой частью угольного столба.

Укрупненные данные о структуре газового баланса по стадиям работ для системы разработки длинными столбами по простиранию приведены в табл. 5.

Таблица 5

Стадии работ на участке	Дебит газа (% от общего по участку) из основных источников газовыделения		
	из подготовительных выработок	из угольного массива лав	из выработанных пространств
Ленинский, Осиновский и Байдаевский районы			
I	30—50	25—45	15—25
II	15—25	20—35	35—50
III	5—15	10—30	50—80
Беловский район			
I	40—60	10—30	10—30
II	20—35	15—35	35—50
III	5—15	5—15	50—80
Анжерский район			
I	25—55	20—45	5—30
II	10—25	25—45	30—50
III	5—15	10—35	50—80
Кемеровский и Араличевский районы			
I	20—35	40—60	10—20
II	10—25	30—45	40—50
III	5—15	10—25	60—75

Щитовая система разработки. Трудной с точки зрения борьбы с газом является щитовая система, широко применяемая при разработке мощных пластов Прокопьевско-Киселевского района и значительно реже (в различных модификациях) — в некоторых других районах. Хотя наибольшее суммарное абсолютное газовыделение при этой системе на отдельных участках не превышает

5000—6000 м³/сут, применение пассивных методов управления газовойделением здесь затруднено, а область применения активных методов ограничена.

Основные источники газовойделения на участках при щитовой системе разработки: выработанное пространство щитовых забоев; угольный массив разрабатываемого столба, включающий щитовой забой, подготовительные выработки (печи, сбойки и т. д.) и отбитый уголь; столбы угля, подготовленные к отработке щитами; столбы угля, находящиеся в подготовке.

Удельное значение каждого из источников газа зависит от стадии развития работ на участке и от различных природных и горнотехнических факторов. Существенными факторами, определяющими газовойделение из выработанного пространства, являются: наличие сближенных пластов и нерабочих пропластков угля, положение щита в этаже и потери угля в выработанном пространстве. На газовойделение из щитовых столбов влияет в основном длительность дренирования пласта углеспускными печами. Поступление газа из массива столбов,готавливаемых к выемке, зависит от газоносности пласта, свойств угля, протяженности сети подготовительных выработок (штреков, печей, сбоек) и времени их существования.

Для анализа структуры газового баланса щитовых участков и ее изменения во времени выделяется, как и для столбовой системы, три стадии работы участка:

I—ведутся только подготовительные работы, выработанное пространство отсутствует;

II—очистными работами по выемке щитовых столбов охвачено менее половины поля и ведется подготовка последующих столбов, так что площадь выработанного пространства меньше площади угольного массива;

III—работы ведутся во второй половине выемочного поля, площадь выработанного пространства превышает оставшуюся площадь угольного массива.

Данные о структуре газового баланса по стадиям работ для щитовой системы приведены в табл. 6

Таблица 6

Стадии работ на участке	Дебит газа (% от общего по участку) из основных источников газовойделения			
	из столбов, находящихся в подготовке	из столбов, подготовленных к отработке щитами	из угольного массива разрабатываемого столба	из выработанных пространств
I	40—70	30—60	—	—
II	25—35	15—25	10—30	30—50
III	2—10	10—20	5—15	60—80

Комбинированная система разработки с гибким перекрытием. При разработке некоторых весьма газоносных мощных крутых

пластов Прокопьевско-Киселевского района успешно внедряется система с гибким перекрытием (КГП) [44, 45]. Однако при этой системе возникают трудности в борьбе с газом при выемке верхнего (монтажного) слоя, относительная газообильность выработок которого в 3—6 раз больше газообильности выработок нижнего слоя.

Характер газопроявлений во время отработки первого (верхнего) слоя при комбинированной системе разработки с гибким перекрытием определяется, по существу, теми же факторами, что и при других слоевых системах с обрушением кровли. Поэтому приводимые ниже данные об источниках газовой выделении и структуре газового баланса при системе КГП относятся с определенным приближением также и к слоевым системам вообще.

На шахтах Прокопьевско-Киселевского района системой КГП разрабатываются пласты IV Внутренний, Горелый и другие мощностью 7,5—12 м и более. Верхний (монтажный) слой мощностью 1,5—1,8 м разрабатывается системой длинных столбов по простиранию, а нижний — на всю оставшуюся мощность короткими столбами по падению (вариант щитовой системы). Монтажный слой разрабатывается обычно с опережением около 20 м.

Основными источниками газа при выемке монтажного слоя являются выработанное пространство, угольная поверхность разрабатываемого пласта, включающая забой и почву лавы, а также проведенные или проводимые подготовительные выработки. При выемке нижнего слоя (т. е. основных запасов угля пласта) относительная газообильность выработок значительно меньше, чем в период работ по верхнему слою, но вследствие большей мощности нижнего слоя абсолютное количество выделившегося газа все же может быть значительным. Источниками газовой выделении в этом случае являются: выработанное пространство, угольный массив, подготовленный к выемке под гибким перекрытием, подготовительные выработки и очистные забои.

Выработанное пространство занимает в структуре газового баланса верхнего (монтажного) слоя значительное место. Оно представляет собой коллектор метана, запасы которого постоянно пополняются за счет поступления газа из угля нижнего слоя, из сближенных пластов и пропластков. На газовыделение из выработанного пространства влияют величина его общей площади, число и мощность сближенных пластов или пропластков, расстояние их от разрабатываемого пласта, а также мощность нижнего, временно невынимаемого слоя. Газовыделение из выработанного пространства нижнего слоя происходит вследствие выделения метана из оставленного угля, а также вытеснения газа при обрушении кровли из пустот, которые заполнялись метаном при работе лав верхнего слоя. Кроме того, выработанное пространство может пополняться газом, выделившимся из нижележащих сближенных пластов.

В рабочее пространство лав монтажного слоя газ поступает в основном из двух источников: из забоя и из почвы, образуемой обнажением временно невынимаемой угольной толщи. Величина дебита газа из разрабатываемого слоя в пределах рабочего пространства зависит от площади его обнажения, скорости подвигания забоя лавы, количества отбитого и разрыхленного угля. Газовыделение из временно невынимаемой угольной толщи зависит от свойств угля (степени метаморфизма, трещиноватости), обуславливающих его газопроницаемость, а также от продолжительности обнажения. Газовыделение снижается в направлении от забоя к выработанному пространству по гиперболической зависимости.

Величина газовыделения из забоев нижнего слоя сравнительно невелика, так как при работе монтажных лав верхнего слоя происходит разгрузка невынутой толщи от горного давления, в результате которой уголь интенсивно дегазируется.

Подготовка выемочного блока к разработке комбинированной системой с гибким перекрытием сопровождается проведением большого числа выработок, которые объединяются в одну вентиляционную сеть с очистными забоями. Количество газа, выделившегося в подготовительные выработки, зависит от газоносности угля, суммарной длины выработок, времени их существования и мощности пласта. Последние два фактора взаимно связаны между собой: процесс газовыделения в подготовительные выработки практически прекращается по истечении 1,5—6 мес, в зависимости от мощности пласта.

Структура газового баланса при отработке участка комбинированной системой зависит от стадий отработки выемочного участка, которые включают:

I — проведение подготовительных выработок и начальный период выемки верхнего слоя;

II — очистные работы в верхнем слое;

III — очистную выемку нижнего слоя.

Данные о структуре газового баланса по стадиям работ для системы КГП приведены в табл. 7.

Таблица 7

Стадия работ на участке	Дебит газа (% от общего по участку) из основных источников газовыделения						из выработанного пространства
	из подготовительных выработок		из разрабатываемого угольного пласта				
	верхнего слоя	нижнего слоя	из забоя лавы верхнего слоя	из почвы лавы верхнего слоя	из забоев под гибким перекрытием	из забоев нижнего слоя, подготовленных к отработке.	
I	40—60	20—30	10—20	5—10	—	—	—
II	5—20	5—10	10—40	10—20	5—10	—	5—60
III	3—10	2—10	10—20	5—10	5—10	10—25	30—65

Система разработки наклонными слоями с гидрозакладкой выработанного пространства. Данная система разработки применяется как на малогазоносных, так и на некоторых весьма газоносных пластах Прокопьевско-Киселевского района. В отличие от других слоевых систем, в этом случае выемка слоев ведется обычно в восходящем порядке и применяется способ управления кровлей полной закладкой выработанного пространства.

Абсолютная газообильность участков колеблется от 500 до 5000 м³/сут. Основными источниками газовыделения являются подготовительные выработки, разрабатываемый угольный пласт (в том числе вынимаемый слой и обнажение временно невынимаемой толщи) и выработанное пространство. Структура газового баланса участка, в отличие от ранее описанных систем, не характеризуется резкими различиями в зависимости от стадии развития работ.

Газовыделение из подготовительных выработок в общем газовом балансе участка составляет 20—40%, а из разрабатываемого пласта — до 70%, причем преобладает выделение метана из временно невынимаемых угольных слоев (40—50%), объем которого зависит от шага закладки. Газовыделение из вынимаемого слоя не превышает 10—20%.

Газовыделение из выработанного пространства, заполненного закладочным материалом, относительно невелико (5—15%). По сравнению с управлением кровлей полным обрушением степень разгрузки сближенных пластов от горного давления при закладке выработанного пространства уменьшается и трещинообразование в боковых породах происходит в меньших размерах, в результате чего снижается степень дренирования коллекторов газа.

При рассматриваемой системе разработки опасность представляют скопления метана до больших концентраций под кровлей верхних слоевых штреков и в сопряжениях слоевых штреков с забоями лав. Они обусловлены подработкой вышележащих слоев и полос разрабатываемого пласта.

Система подэтажной гидроотбойки. Данную систему применяют на мощных крутых пластах, разрабатываемых с применением гидравлической и взрывогидравлической технологии добычи угля. При мощности пласта до 8 м в каждом подэтаже проводят один выемочный штрек (однопанельная выемка), а при мощности свыше 8 м — два и более (многопанельная выемка). Подготовка выемочного поля заключается в проведении двух или трех скатов, сбиваемых подэтажными ортами через 7—10 м. От ортов проводят выемочные штреки, из которых обратным ходом (заходками) ведется отбойка угля взрывным способом, причем одновременно отбивается 30—80 т угля.

При системе подэтажной гидроотбойки концентрация метана в очистных забоях во время гидросмыва значительно превышает допустимые нормы, что вызывает определенные трудности в борь-

бе с газом. Максимальная абсолютная газообильность гидроучастка достигает 15 000—17 000 м³ метана в сутки.

Основными источниками газовой выделения при поэтажной гидроотбойке являются: выработанное пространство; подэтажи, подготавливаемые к очистной выемке; разрабатываемый подэтаж — очистные забои и примыкающие к ним подготовительные выработки; отбитый уголь.

Наибольшее количество газа в течение всего периода отработки выемочного поля выделяется из выработанного пространства. Поступление газа из него связано главным образом с газовой выделением из сближенных пластов, а также из угля, теряемого в завале. Еще одним источником метана в выработанном пространстве является, как и при слоевых системах, угольный массив нижерасположенных подэтажей пласта; при высокой газоносности угля удельное значение этого фактора повышается, а влияние сближенных пластов на газовыделение из выработанного пространства относительно снижается.

Для системы поэтажной гидроотбойки характерна широко разветвленная сеть подготовительных выработок, дегазирующих угольный пласт. Абсолютное газовыделение из подготавливаемых к очистной выемке подэтажей на всех стадиях работ выше, чем из разрабатываемых, и оно занимает в газовом балансе участка второе, а иногда и первое место.

Приток газа из очистных забоев (без учета примыкающих к ним выработок) вследствие их малой длины оказывает небольшое влияние на общую газообильность участка. Величина газовыделения из этого источника зависит в основном от высоты подэтажа, мощности пласта, времени разрыва между окончанием подготовки и очистной выемкой. Следует отметить, что, несмотря на значительную дегазацию разрабатываемого подэтажа подготовительными выработками, тупиковые камерообразные очистные забои труднопроветриваемы. Удаление из них газа происходит за счет молекулярной диффузии, усиливаемой струей гидромонитора при включении последнего. При остановке же гидромонитора в забое, даже при незначительном газовыделении, возможно скопление метана до недопустимых концентраций.

Выделение газа из отбитого угля занимает по абсолютному значению второстепенное место в газовом балансе гидроучастка, однако его роль резко возрастает во время смыва угля после взрывания. Величина газовыделения из этого источника зависит от газоносности пласта в зоне выемки, количества одновременно отбиваемого угля в заходке, степени его измельчения, производительности гидромонитора и температуры воды, поступающей в забой.

Данные о структуре газового баланса на различных стадиях развития работ гидроучастка при системе поэтажной гидроотбойки приведены в табл. 8.

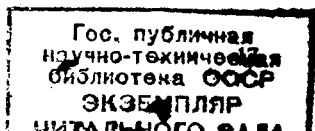


Таблица 8

Стадии работ на участке	Дебит газа (% от общего по участку) из основных источников газовыделения			
	из подготовляемого к очистной выемке подэтажа	из обрабатываемого подэтажа и примыкающих к нему выработок	из выработанного пространства	из отбитого угля
I	75—95	—	—	5—25
II	25—40	20—30	20—50	5—10
III	5—20	3—20	50—90	2—10

Данные газового баланса участков используются:
 для выбора методов управления газовыделением на участках;
 для дифференцирования общей газообильности участка по источникам метана при прогнозе газообильности нижних горизонтов горностатистическим методом;

для изучения неравномерности газовыделения, обусловливаемой различными его источниками.

Глава II

ГАЗОВЫДЕЛЕНИЕ ИЗ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

§ 3. ГАЗОВЫДЕЛЕНИЕ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ И ОЧИСТНЫЕ ВЫРАБОТКИ ИЗ ПЛАСТА, РАЗРАБАТЫВАЕМОГО БЕЗ РАЗДЕЛЕНИЯ НА СЛОИ, ПРИ ОБЫЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ УГЛЯ

Газовыделение с обнаженных поверхностей пласта в горизонтальные подготовительные выработки. В настоящее время в практике угольных шахт преобладают методы определения газовыделения в подготовительные выработки с обнаженных поверхностей пласта на основе начальной интенсивности выделения газа с единицы площади обнажения [4, 44, 47, 50, 61]. Общим недостатком предложенных для расчета уравнений является то, что они не учитывают изменения интенсивности газовыделения с глубиной разработки. Это замечание относится, в частности, к формуле (26) из действующей «Временной инструкции по прогнозу метанообильности угольных шахт СССР» [9].

Попытки практического применения таких уравнений при расчетах приводят к большим расхождениям с фактическими данными. В связи с этим возникла необходимость проведения исследований, направленных на поиск такой методики расчета газовыделения в подготовительные выработки, которая показывала бы удовлетворительные результаты для условий Кузбасса. В результате исследований, проведенных в различных районах Кузбасса в горизонтальных подготовительных выработках [14, 15], было установлено, что газовыделение с обнаженных поверхностей пласта в выработки при постоянных природной газоносности пласта и глубине от поверхности может быть выражено следующими зависимостями:

для проводимых одиночных выработок

$$J = \beta (x - x_0)^2 m v \gamma k_t, \text{ м}^3/\text{сут}; \quad (\text{II.1})$$

для остановленных одиночных выработок

$$J = \beta (x - x_0)^2 m v \gamma (k_{t+\theta} - k_\theta), \text{ м}^3/\text{сут}; \quad (\text{II.2})$$

для проводимых парных выработок

$$J = \beta (x - x_0)^2 m v \gamma k_t \left[1 + \frac{l_{ц}}{2\beta (x - x_0) k_t} \right], \text{ м}^3/\text{сут}; \quad (\text{II.3})$$

для остановленных парных выработок

$$J = \beta (x - x_0)^2 m v \gamma (k_{t+\theta} - k_\theta) \left[1 + \frac{l_{ц}}{2\beta (x - x_0) (k_{t+\theta} - k_\theta)} \right], \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (\text{II.4})$$

где β — размерный коэффициент, $\tau/\text{м}^2$ (численно равный единице); x — природная газоносность пласта на глубине проведения выработки, $\text{м}^3/\text{т}$; x_0 — остаточное содержание метана в угле в равновесном состоянии на обнаженной поверхности пласта, $\text{м}^3/\text{т}$ (при расчетах может с допустимой точностью быть приравнено к метаноемкости угля при атмосферном давлении и температуре 15°C [60]); m — нормальная мощность пласта, м; v — среднесуточная скорость проведения выработки, м/сут; γ — плотность угля, $\tau/\text{м}^3$; k_t — коэффициент, учитывающий время проведения выработки; $k_{t+\theta}$ — коэффициент, учитывающий время существования выработки; k_θ — коэффициент, учитывающий время, прошедшее после остановки выработки; $l_{ц}$ — ширина целика между парными выработками, м.

Коэффициенты k_t , $k_{t+\theta}$, k_θ могут быть выражены эмпирическими уравнениями:

$$k_t = \frac{t}{At + B}; \quad (\text{II.5})$$

$$k_{t+\theta} = \frac{t + \theta}{A(t + \theta) + B}; \quad (\text{II.6})$$

$$k_\theta = \frac{\theta}{A\theta + B}, \quad (\text{II.7})$$

где t — время проведения выработки, сут; A и B — эмпирические коэффициенты; θ — время, прошедшее после остановки выработки, сут; $t + \theta$ — время существования выработки, сут.

С точки зрения расчета газообильности выработка считается парной, если ширина целика меньше удвоенной глубины зоны дренирования газа a_t , определяемой из выражения

$$a_t = \beta (x - x_0) \frac{t}{At + B}, \text{ м}. \quad (\text{II.8})$$

Для установления зависимости коэффициентов A и B от глубины разработки были проведены исследования в десяти горизонтальных подготовительных выработках шахт Кузбасса (в Кемеровском, Анжерском, Ленинском, Беловском, Прокопьевско-Киселевском и Араличевском районах) с различными природны-

ми и горнотехническими условиями. Полученные результаты позволили выявить связь между коэффициентами и глубиной разработки и выразить ее эмпирическими уравнениями:

$$A = \frac{507}{H} - 0,85; \quad (\text{II.9})$$

$$B = \frac{9930}{H} - 5,2, \quad (\text{II.10})$$

где H — глубина проведения выработки от поверхности, м.

Уравнения (II.9) и (II.10) справедливы до глубины порядка 500 м, что в основном соответствует проектируемому на ближайшие 10—15 лет глубинам шахт Кузбасса.

Исследования, на основе которых выведены приведенные уравнения, проводились преимущественно в выработках угольных пластов мощностью до 3,5 м. Однако в Кузбассе значительное место в добыче угля занимают мощные пласты (до 10—15 м). Для выявления возможности использования данных зависимостей при более мощных пластах были проанализированы данные, полученные в условиях Кемеровского, Прокопьевско-Киселевского и Томь-Усинского районов. В табл. 9 на основе натуральных наблюдений и уравнений (II.1), (II.3), (II.5), (II.9), (II.10) сопоставлены расчетная и замеренная газообильность выработок, проведенных по наиболее мощным пластам. Сравнение показывает, что расхождения не превышают $\pm 25\%$, из чего можно сделать вывод о при-

Таблица 9

Шахта, пласт, выработка	Глубина от поверхности H , м	Мощность пласта m , м	Природная газообильность пласта x , м ³ /т	Остаточное содержание метана в угле x_0 , м ³ /т
«Северная», Волковский с квершлага 313, 3-й параллельный штрек с просеком ($l_{ц} = 4$ м)	320	4,2	15,5	2,8
«Северная», Волковский со ската 14, 1-й параллельный штрек с просеком ($l_{ц} = 4$ м)	386	3,8	12,5	2,8
Им. Ворошилова, Мощный с квершлага 55, основной штрек	248	12,0	16,5	2,9
«Ноградская», Горелый с квершлага 6, основной штрек	300	9,8	12,0	3,0
«Коксовая», Мощный с квершлага 3, дренажный штрек	305	12,0	11,8	4,2
	305	12,0	11,8	4,2
	305	12,0	11,8	4,2
	305	12,0	11,8	4,2
«Усинская», пласт III, водосборный штрек	150	8,5	17,2	4,1

Шахта, пласт, выработка	Средне-суточная скорость проведения выработки v , м/сут	Время проведения выработки t , сут	Абсолютная газообильность выработки J , м ³ /мин		
			замеченная	расчетная	ΔJ , %
«Северная», Волковский с квершлага 313, 3-й параллельный штрек с просеком ($l_{ц} = 4$ м)	0,9	17,0	0,36	0,33	-8
«Северная», Волковский со ската 14, 1-й параллельный штрек с просеком ($l_{ц} = 4$ м)	1,1	53,0	0,46	0,47	+2
Им. Ворошилова, Мощный с квершлага 55, основной штрек	4,1	11,0	2,18	1,90	-13
«Ноградская», Горелый с квершлага 6, основной штрек	2,6	11,0	0,85	0,71	-16
«Коксовая», Мощный с квершлага 3, дренажный штрек	4,3	3,5	0,37	0,31	-16
	4,3	12,5	0,98	0,87	-11
	4,3	21,0	1,32	1,27	-4
	4,3	38,5	1,41	1,76	+25
«Усинская», пласт III, водосборный штрек	2,0	67,0	0,74	0,76	+3

менимости этих уравнений для расчета газообильности выработок, проводимых по мощным пластам.

Газовыделение с обнаженных поверхностей пласта в наклонные подготовительные выработки. При прогнозировании газовыделения в наклонные выработки необходимо учитывать изменение природной газоносности пласта и глубины от поверхности по мере их проведения. Для этого наклонную длину выработки делят на равные отрезки, рассчитывают газовыделение из каждого отрезка выработки по принципу, применяемому для горизонтальных выработок, и суммируют полученные объемы газовыделения для нахождения общего дебита метана с обнаженных поверхностей пласта в наклонную выработку.

Число отрезков, на которое делится вся длина наклонной выработки, рекомендуется принимать таким, чтобы в пределах каждого из них выполнялись условия:

$$\frac{x_{ki}}{x_{ni}} \leq 1,25; \quad (II.11)$$

$$\frac{H_{ki}}{H_{ni}} \leq 1,1, \quad (II.12)$$

где x_{ki} , H_{ki} — газоносность пласта и глубина от поверхности, соответствующие конечной точке каждого из отрезков; x_{ni} , H_{ni} — то же, соответствующие начальной точке каждого из отрезков.

При соблюдении этих условий можно в пределах каждого из наклонных отрезков рассматривать газоносность пласта и глубину от поверхности как практически постоянные величины и рассчитывать дебит метана по отдельным отрезкам выработки по принципу, предложенному выше для горизонтальных выработок. Для каждого отрезка за газоносность пласта и глубину разработки принимают их средние величины x_i , H_i .

Для одиночных наклонных выработок газовыделение из каждого отрезка, кроме последнего, можно определить из выражения

$$J_i = \beta (x_i - x_0)^2 m v \gamma \left[\frac{t + \theta_i}{A_i (t + \theta_i) + B_i} - \frac{\theta_i}{A_i \theta_i + B_i} \right]. \quad (\text{II.13})$$

Для последнего отрезка с учетом зависимостей (II.1) и (II.5)

$$J_z = \beta (x_z - x_0)^2 m v \gamma \frac{t}{A_z t + B_z}. \quad (\text{II.14})$$

Время проведения каждого отрезка при общей наклонной длине выработки L и числе равных отрезков z определяется формулой

$$t = \frac{L}{zv}, \quad (\text{II.15})$$

а время, прошедшее после останковки каждого отрезка выработки,

$$\theta_i = (z - i) \frac{L}{zv}, \quad (\text{II.16})$$

где i — порядковый номер отрезка выработки.

Аналогично с учетом зависимостей (II.4), (II.6), (II.7), (II.15), (II.16) рассчитываются значения газовыделения из каждого отрезка (кроме последнего) парной наклонной выработки. Для последнего ее отрезка газовыделение определяется с учетом уравнений (II.3), (II.5), (II.15).

Газовыделение с обнаженных поверхностей пласта в проектируемую наклонную выработку рассчитывается в следующем порядке.

На основании геологического разреза по ближайшей к проектируемой выработке разведочной линии строится график изменения глубины от поверхности по длине наклонной выработки $H = f(L)$ (рис. 1). Затем на основании данных геологической разведки по опробованию пластов на газоносность строится график $x = f(L)$. Для выработки устанавливается число отрезков z , отвечающее условиям (II.11) и (II.12). Для условий наклонной выработки, представленных на рис. 1, принято число отрезков $z = 10$.

Далее на основании графиков $H = f(L)$ и $x = f(L)$ для каждого из отрезков вычисляются x_i , H_i , а также A_i , B_i , θ_i , необходимые для расчета газовыделения из каждого отрезка, которое определяется для одиночных выработок по уравнениям (II.13), (II.14).

Аналогично производится расчет для парных выработок.

Газовыделение с обнаженных поверхностей вскрываемых пластов в квершлаг. Строительство шахт и подготовка новых горизонтов сопряжены со вскрытием квершлагами свит угольных пластов разной мощности с различными углами падения. Последовательно обнажаемые угольные поверхности вскрываемых пластов являются одним из основных источников газовой выделению в квершлаг.

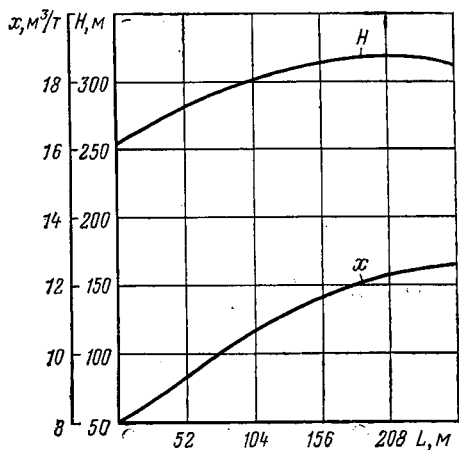


Рис. 1. Изменение газоносности пласта и глубины от поверхности по длине наклонной выработки

Выделение газа в квершлаг происходит со стороны вскрываемого угольного массива, располагающегося по периметру выработки. Это обуславливает прямо пропорциональную зависимость газовой выделению в квершлаг от его периметра.

Качественно динамика газовой выделению в квершлаг в диапазоне времени $t_{кв}$ между началом вскрытия

первого и окончанием вскрытия последнего пласта (в данном примере — четвертого) показана на рис. 2. При расчете принимается в первом приближении, что газоносность угля по мощности пластов постоянна.

На рис. 2 кривые OA , B_1C_3 , D_1E_4 , G_1F_4 характеризуют процесс нарастания газовой выделению из каждого вскрываемого пласта в течение периодов их вскрытия t_1, t_2, t_3, t_4 . Ординаты A_1A , C_1C_3 , E_1E_4 , F_1F_4 соответствуют максимальному газовой выделению из пластов на моменты окончания их вскрытия. После вскрытия каждого пласта газовой выделение из него убывает и характеризуется кривыми 1, 2, 3, 4. Общее газовой выделение в квершлаг по мере его проведения представляет кривая $OABCEFGF$, являющаяся суммой кривых $OABC_2E_2F_2$, $B_1C_3E_3F_3$, $D_1E_4F_5$, G_1F_4 . Пики газовой выделению в квершлаг, слагает-

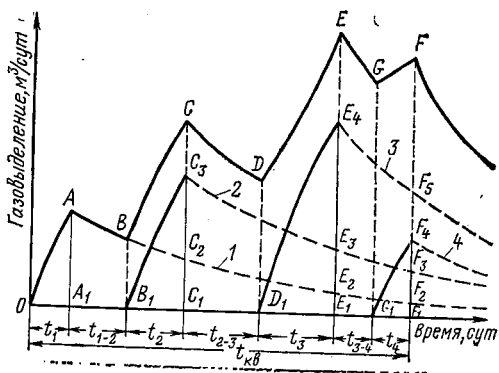


Рис. 2. Динамика газовой выделению в квершлаг при вскрытии свиты пластов

мые объемами метана, поступающего из отдельных пластов, характеризуются ординатами A_1A , C_1C , E_1E , F_1F .

Уравнение (II.1) получено при рассмотрении выработки как щели с двумя стенками, размер которых перпендикулярно к направлению распространения полуграничного угольного массива равен мощности пласта m . Поскольку в квершлаг полуграничный угольный массив располагается по всему периметру Π , его можно рассматривать как одну стенку с размером Π .

Поэтому применительно к квершлагу с учетом выражений (II.1), (II.5) газовыделение из любого очередного (j -го) вскрываемого пласта на момент окончания его вскрытия составит

$$J_j = \frac{1}{2} \beta (x_j - x_{0j})^2 \Pi v_y \gamma \frac{t_j}{A_j t_j + B_j}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (\text{II.17})$$

где Π — периметр квершлага в черне, м; v_y — скорость проведения квершлага по углю, м/сут; t_j — время, необходимое для полного вскрытия пласта, сут;

$$t_j = \frac{m_j}{v_y \sin \alpha_j \cdot \sin \varphi_j}, \quad (\text{II.18})$$

m_j — нормальная мощность угольного пласта, м; α_j — угол падения в месте вскрытия, градус; φ_j — угол между линией простирания пласта и осью квершлага, градус.

Газовыделение в квершлаг из любого пласта после окончания его вскрытия определяется по формуле

$$J_j = \frac{1}{2} \beta (x_j - x_{0j})^2 \Pi v_y \gamma \left[\frac{t_j + \theta_j}{A_j (t_j + \theta_j) + B_j} - \frac{\theta_j}{A_j \theta_j + B_j} \right], \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (\text{II.19})$$

где θ_j — время, прошедшее после окончания вскрытия пласта, сут.

Неравномерность газовыделения в подготовительные выработки с обнаженных поверхностей пластов. Процесс газовыделения из любого источника определяется различными факторами, которые не остаются постоянными во времени и пространстве. Вследствие этого в шахтах нет ни одного источника газовыделения с постоянным дебитом. Несмотря на то что на газовыделение в подготовительную выработку с неподвижных обнаженных поверхностей пласта влияет относительно меньшее число факторов, чем на газовыделение из других источников, дебит газа с угольных поверхностей все же подвержен колебаниям. Эти колебания в первом приближении можно объяснить рядом причин: перераспределением горного давления на прилегающий к выработке угольный массив, наличием отдельных участков выработки с разной пористостью и газопроницаемостью угольных массивов и др.

Все предложенные выше зависимости рассчитаны на определение средних значений газовыделения в выработки с обнаженных поверхностей пласта. Для установления ожидаемого максимального поступления метана в выработку необходимо знать количественную зависимость среднеквадратичного отклонения от-

дельного измерения дебита метана от его среднего уровня (см. ниже, глава IV).

Поставленная задача решалась на основе наблюдений в горизонтальных подготовительных выработках шахт Кемеровского, Ленинского, Беловского, Прокопьевско-Киселевского и Томь-Усинского районов Кузбасса, различных по природным и горнотехническим условиям. Численные значения среднеквадратичного отклонения σ_J , м³/мин определялись общеизвестным методом статистики. Результаты определения σ_J при различных способах проведения выработок представлены в табл. 10.

На основе этих данных зависимость среднеквадратичного отклонения отдельного замера газовыделения от его среднего уровня J может быть описана уравнением

$$\sigma_J = c_0 \sqrt{J}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (\text{II.20})$$

где J — среднее газовыделение в выработку с обнаженных поверхностей пласта, м³/мин; c_0 — постоянная (в данных условиях $c_0 = 0,16$).

Согласно «правилу трех сигм», учитывающему 99,7% всех возможных отклонений единичных газовыделений от его средней величины, верхняя и нижняя границы варьирования газовыделения с учетом уравнения (II.20) определяются по формулам:

$$J_{\max} = J + 0,48 \sqrt{J}, \text{ м}^3/\text{мин}; \quad (\text{II.21})$$

$$J_{\min} = J - 0,48 \sqrt{J}, \text{ м}^3/\text{мин}. \quad (\text{II.22})$$

На основе исследований произведена проверка формул (II.1), (II.5), (II.9), (II.10) для прогноза среднего газовыделения в подготовительные выработки с обнаженных поверхностей пластов (табл. 11).

Замеренные величины J_{ϕ} (см. табл. 11) находятся в пределах прогнозных границ J_{\max} и J_{\min} , что подтверждает практическую приемлемость предложенных формул.

Методика прогноза величин J , J_{\max} , J_{\min} справедлива также для повышенных скоростей подвигания выработок. Это видно из сравнения прогнозных и фактических данных, полученных в условиях 158-го конвейерного штрека пласта Толмачевского шахты «Комсомолец», который за месяц был проведен на длину 1100 м со средней скоростью 36,7 м/сут.

Максимальное газовыделение из отбитого угля в забой подготовительных выработок, проводимых буровзрывным способом. Максимальное газовыделение из отбитого угля может быть рассчитано на основе зависимости остаточной газоносности угля определенной крупности (i -й фракции) в момент времени t от определяющих ее факторов [16]:

$$x_{i(t)} = \omega_i x_b (t + \tau)^{-n_i}, \text{ м}^3/\text{т} \quad (\text{II.23})$$

где ω_i — размерный коэффициент, мин ^{n_i} (численно равный единице); x_b — газоносность угля перед отбойкой от массива (в зоне

Таблица 10

Шахта, пласт, выработка	Глубина от поверхности H , м	Мощность пласта m , м	Скорость продвижения забоя v , м/сут	Расстояние от забоя до пункта замера, м	Число единичных замеров	Газовыделение J , м ³ /мин	$\sigma_{J'}$, м ³ /мин	Способ проведения выработки
«Северная», Кемеровский с квершлага 317, 3-й параллельный штрек с просеком	326	3,3	1,25	15	36	0,18	0,11	Отбойным молотком
«Северная», Волковский с квершлага 313, 3-й параллельный штрек с просеком	320	4,2	0,90	15	11	0,36	0,09	То же
«Северная», Волковский со ската 14, 1-й параллельный штрек	386	3,8	1,10	20	11	0,29	0,06	Буровзрывной
«Комсомолец», Толмачевский с уклона 2, 164-й конвейерный штрек	310	2,2	14,00	520	10	1,07	0,17	Комбайном ПК-3м
«Комсомолец», Серебренниковский с уклона 1, 79-й вентиляционный штрек	320	1,9	3,90	670	10	0,44	0,13	То же
«Октябрьская», Инский I с уклона 2, 5-й конвейерный штрек	190	3,2	9,80	475	10	0,44	0,14	»
«Западная», пласт 3 с квершлага 3, 55-й конвейерный штрек	228	3,5	1,50	30	13	0,23	0,07	Буровзрывной
«Центральная», II Внутренний с квершлага 8, промежуточный штрек	255	3,5	1,70	85	10	0,12	0,07	»
«Коксовая», Мощный с квершлага 3, дренажный штрек	305	12,0	4,30	15	22	0,46	0,12	Комбайном ПК-3м
«Коксовая», Мощный с квершлага 23, дренажный штрек лежащего бока	355	16,0	8,10	18	10	0,40	0,14	То же
Им. Ворошилова, IV Внутренний с квершлага 42, конвейерный штрек	220	10,0	2,50	25	20	0,99	0,15	Буровзрывной
Им. Ворошилова, Горелый с квершлага 62, основной штрек	240	10,0	2,50	20	11	0,67	0,13	»
«Усинская», пласт III 1-го бремсбергового поля, конвейерная печь	190	9,0	4,00	130	24	0,27	0,06	Комбайном ПК-3м

Шахта, пласт, выработка	Глубина от поверхности H , м	Мощность пласта m , м	Газоносность пласта		Скорость проведения выработки v , м/сут	Время проведения выработки t , сут	Расчетная газообильность выработки			Замеренная газообильность $J_{ф}$, м ³ /мин
			природная x , м ³ /т	на хромке обнажения x_0 , м ³ /т			средняя J , м ³ /мин	максимальная $J_{\text{плах}}$, м ³ /мин	минимальная $J_{\text{мин}}$, м ³ /мин	

Ленинский район

(проведение выработок комбайнами)

«Комсомолец», Толмачевский:

196-й конвейерный штрек	310	2,2	9,5	2,6	7,2	26	0,374	0,67	0,08	0,60
						34	0,435	0,75	0,12	0,72
						43	0,483	0,82	0,15	0,56
						54	0,530	0,88	0,18	0,78
164-й конвейерный штрек	305	2,2	9,5	2,6	7,4	24	0,357	0,64	0,07	0,21
						36	0,441	0,76	0,12	0,44
						73	0,587	0,95	0,22	0,50
158-й конвейерный штрек	225	2,1	6,8	2,6	36,7	15	0,307	0,57	0,04	0,37
						24	0,405	0,71	0,10	0,35
160-й конвейерный штрек	242	2,1	7,5	2,6	9,7	64	0,230	0,46	0	0,21
						114	0,268	0,52	0,02	0,60

Кемеровский район

(проведение выработок буровзрывным способом и отбойными молотками)

«Северная», Волковский:

с квершлага 65, основной штрек	295	3,2	14,4	3,4	1,30	64	0,345	0,63	0,06	0,12
с квершлага 67-бис, основной штрек	348	3,7	16,0	3,4	0,75	35	0,310	0,58	0,04	0,20
«Северная», Кемеровский с квершлага 318, основной штрек	283	3,6	14,0	2,5	1,10	114	0,392	0,69	0,09	0,66

Прокопьевско-Киселевский район
(проведение выработок буровзрывным способом)

№ 12, II Внутренний с квершлага 1, конвейерный штрек	230	4,0	11,6	2,2	0,70	95	0,128	0,30	0	0,21
«Центральная», Характерный, западное крыло, юг, промежуточный штрек	270	2,3	11,6	2,3	0,72	177	0,109	0,27	0	0,13
«Центральная», I Внутренний с квершлага 9:										
промежуточный штрек	250	3,4	12,2	2,6	2,60	38	0,352	0,64	0,07	0,26
основной штрек	296	3,4	13,2	2,6	2,20	18	0,308	0,57	0,04	0,22
«Ноградская», III Внутренний, 10-й выемочный участок:										
основной штрек	270	5,0	12,5	2,3	0,63	92	0,216	0,44	0	0,16
3-й параллельный штрек	205	5,0	10,0	2,3	1,00	27	0,085	0,22	0	0,12

выемки), $\text{м}^3/\text{т}^*$; t — время, прошедшее после отбойки угля от массива, мин; τ — размерный коэффициент, мин (численно равный единице);

$$n_i = \frac{c}{d_i^\psi}, \quad (\text{II.24})$$

c , ψ — соответственно размерная (мм^ψ) и безразмерная постоянные, зависящие от выхода летучих веществ; d_i — диаметр кусков угля данной фракции, мм.

Зависимости величин c и ψ от выхода летучих веществ V^r , % записываются эмпирическими формулами:

$$c = 0,139 + 3,66 \cdot 10^{-3} V^r - 0,43 \cdot 10^{-4} (V^r)^2; \quad (\text{II.25})$$

$$\psi = 0,547 - 1,25 \cdot 10^{-2} V^r + 0,20 \cdot 10^{-3} (V^r)^2. \quad (\text{II.26})$$

Зависимость (II.23) позволяет выразить количество газа q_i , выделившегося из угля определенной крупности к моменту времени t после отбойки угля от массива, в виде уравнения

$$q_i = x_B - \omega_i x_B (t + \tau)^{-n_i}, \quad \text{м}^3/\text{т}. \quad (\text{II.27})$$

Интенсивность газовыделения из отбитого угля в любой момент времени после отрыва его от массива составит

$$V_{i(t)} = \frac{\partial q_i}{\partial t} = \omega_i n_i x_B (t + \tau)^{-(1+n_i)}, \quad \text{м}^3/(\text{мин} \cdot \text{т}). \quad (\text{II.28})$$

Так как $t \geq 0$, то при $t=0$, т. е. в момент отбойки от массива, определяется из уравнения (II.28) наибольшая интенсивность газовыделения из угля данной фракции

$$V_{i(\max)} = n_i x_B \tau^{-1}, \quad \text{м}^3/(\text{мин} \cdot \text{т}). \quad (\text{II.29})$$

С учетом удельного количества i -й фракции в общей массе отбитого угля (в долях единицы) максимальное газовыделение из кусков угля этой фракции в момент взрывания угля составит

$$J_{i(\max)} = A_y f_i n_i x_B \tau^{-1}, \quad \text{м}^3/\text{мин}, \quad (\text{II.30})$$

где A_y — общее количество отбитого угля, т; f_i — удельное количество i -й фракции в общей массе отбитого угля (в долях единицы).

Если весь отбитый уголь рассматривать как массу, состоящую из кусков угля пяти фракций: 6—0; 13—6; 25—13; 50—25 и 100—50 — и выразить A_y через S и r_B , то максимальное газовыде-

* Газообильность выработки, обусловленная выделением метана с обнаженной поверхности забоя, определяется разностью между природной газоносностью угольного пласта, остаточной газоносностью угля в зоне выемки и средним объемом отбиваемого угля, отнесенным к единице времени.

ление из всей массы угля в момент отбойки ее от массива выразится формулой

$$J_{y(\max)} = Sr_b \gamma x_b \tau^{-1} (f_1 n_1 + f_2 n_2 + \dots + f_5 n_5), \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (\text{II.31})$$

где S — площадь сечения забоя выработки по углю, м^2 ; r_b — глубина вруба, м .

На основе данных ситового отсева угля, полученных ОТК шахт Кузбасса в условиях буровзрывной выемки, удельные количества отдельных фракций могут быть в среднем приняты равными: $f_1=0,38$; $f_2=0,14$; $f_3=0,15$; $f_4=0,13$; $f_5=0,2$.

С достаточной для практических расчетов степенью точности газоносность угля перед отбойкой его от массива может быть определена по эмпирической зависимости [17]

$$x_b = \frac{ab [1 + 7,4p (0,25H)^{-1} \sqrt{v}]}{1 + b [1 + 7,4p (0,25H)^{-1} \sqrt{v}]}, \text{ м}^3/\text{т}, \quad (\text{II.32})$$

где a , b — константы сорбции [60]; p — природное давление газа в пласте, $\text{кг}/\text{см}^2$.

Формула (II.32) выведена в результате анализа и обработки экспериментальных данных, полученных в подготовительных выработках в разных горно-геологических условиях (табл. 12).

Все выработки, кроме 3-го параллельного штрека на шахте «Северная», проводились комбайном ПК-3м. Выработка на шахте «Северная» проводилась с применением отбойных молотков.

Газоносность угля x_b определялась в лабораторных условиях на основании анализа проб угля крупностью 13—25 мм, отобранных с поверхности забоев в металлические герметически закрывающиеся колбы. Значения x_b (см. табл. 12) определены как средние из значений газоносности угля на кромке забоев до и после работы комбайна или отбойных молотков.

Газовыделение из отбитого угля в подготовительные выработки, проводимые комбайнами. Поток метана в выработку из отбитого угля, находящегося на конвейере по всей длине выработки, может быть представлен в общем виде уравнением

$$J = \Pi_k (x_b - x_t), \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (\text{II.33})$$

где Π_k — истинная производительность проходческого комбайна, $\text{т}/\text{мин}$; x_t — остаточная газоносность отбитого угля на выходе из выработки, $\text{м}^3/\text{т}$.

С учетом зависимости (II.23)

$$J = \Pi_k x_b [1 - \omega_0 (t_y + \tau)^{-n_0}], \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (\text{II.34})$$

где ω_0 — размерный коэффициент, мин^{n_0} (численно равный единице); t_y — время пребывания угля в выработке, мин ; n_0 — средневзвешенный коэффициент для всей массы угля.

Шахта, пласт, выработка	Глубина от поверхности H , м	Мощность пласта m , м	Средняя скорость движения v , м/сут	Время проведения выработки t , сут	Фактическая газообильность выработки J , м ³ /мин	Давление газа в пласте P , кгс/см ²	Константы Лэнгмюра		Пористость угля P_y , м ³ /т	Газоносность угля в зоне выемки x_B , м ³ /т
							a	b		
«Коксовая», Мощный с квершлага 3, дренажный штрек	305	12,0	4,3	3,5	0,37	7,50	18,2	0,20	0,067	6,25
«Комсомолец», Толмачевский с уклона 2, 164-й конвейерный штрек	310	2,2	14,0	37,0	1,07	14,70	14,3	0,12	0,025	5,95
«Комсомолец», Серебренниковский с уклона 1, 79-й вентиляционный штрек	320	1,9	3,9	172,0	0,44	10,60	16,7	0,11	0,037	4,25
«Октябрьская», Инский I с уклона 2, 5-й конвейерный штрек	190	3,2	9,8	48,0	0,44	9,00	16,2	0,10	0,035	6,45
Им. Кирова, Бреевский с уклона 2, 59-й конвейерный штрек	247	2,2	1,9	13,0	0,04	10,20	13,5	0,11	0,061	3,20
«Северная», Кемеровский с квершлага 317, 3-й параллельный штрек с просеком	326	3,3	1,2	33,3	—	14,7*	29,4	0,09	0,033	5,40

* По данным замеров газового давления в скважинах, пробуренных в шахте.

Если время t_y представить уравнением

$$t_y = \frac{L}{60v_T}, \text{ мин.} \quad (\text{II.35})$$

то формула (II.34) будет иметь вид

$$J = \Pi_K x_B \left[1 - \omega_0 \left(\frac{L}{60v_T} + \tau \right)^{-n_0} \right], \text{ м}^3/\text{мин.} \quad (\text{II.36})$$

где L — длина выработки от забоя до устья, м; v_T — скорость транспортировки угля конвейером по выработке, м/с.

При определении дебита газа из отбитого угля по формуле (II.36) значение x_B рассчитывается по уравнению (II.32), а коэффициент n_0 по формуле

$$n_0 = f_1 n_1 + f_2 n_2 + f_3 n_3 + f_4 n_4 + f_5 n_5. \quad (\text{II.37})$$

На основе данных ситового отсева угля, полученных ОТК шахт Кузбасса в условиях комбайновой выемки, удельные количества отдельных фракций могут быть в среднем приняты равными: $f_1=0,48$; $f_2=0,17$; $f_3=0,13$; $f_4=0,08$; $f_5=0,14$.

Проверка предлагаемой методики расчета газовыделения из отбитого угля произведена на основе экспериментальных данных, полученных в дренажном штреке висячего бока пласта Мощного с квершлага 23 шахты «Коксовая», который проводился комбайном ПК-3м ($\Pi_K=2$ т/мин) на глубине от поверхности $H=355$ м со средней скоростью 5 м/сут. Мощность пласта составляла 16 м, остаточная газоносность угля 3 м³/т, выход летучих $V_T=15\%$ ($n_0=0,056$), константы сорбции $a=18,2$, $b=0,2$. Уголь по выработке транспортировался конвейером со скоростью $v_T=0,5$ м/с. Для определения газовыделения с обнаженных поверхностей пласта и из отбитого угля производилась газовая съемка в трех точках по длине выработки: в 20, 50 и 90 м от забоя. В каждой точке наблюдения произведено десять замеров дебита газа при отсутствии в выработке отбитого угля и столько же — при работе комбайна с загруженным конвейером.

На основе замеров и уравнений (II.1), (II.5), (II.9), (II.10) определена природная газоносность пласта в районе проведения выработки — 8,6 м³/т. По уравнению потенциальной газоносности угля (уравнение Лэнгмюра с учетом свободного газа [66]) рассчитано давление газа в пласте — 4,2 кгс/см². Газоносность угля перед отбойкой его от массива [по формуле (II.32)] составила 4,8 м³/т.

Значения газовыделения из отбитого угля с 20-, 50- и 90-метрового отрезков штрека, рассчитанные по формуле (II.36), составляют 0,3, 0,53 и 0,75 м³/мин, что удовлетворительно сходится с замеренными величинами — 0,44, 0,56 и 0,67 м³/мин.

Газовыделение в очистные выработки (механизированные ла- вы). В общем случае газовыделение из разрабатываемого пласта

в очистные выработки определяется объемами метана, выделяющегося из забоя и из отбитого угля.

Максимальное газовыделение из забоя лавы наблюдается после окончания отбойки комбайном полосы угля на всю длину лавы. Можно принять, что оно равно половине газовыделения в подготовительную выработку, длина которой равна длине лавы, при времени ее проведения, равном времени прохождения комбайна вдоль лавы. Тогда по аналогии с уравнениями (II.1), (II.5) и с учетом дренажа массива подготовительными выработками получаем

$$J_{заб} = \frac{1}{2} \beta (x_d - x_b)^2 m_b v_k \gamma \frac{t_c}{At_c + B}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (\text{II.38})$$

где x_d — средняя газоносность угля в столбе, дренированном вентиляционным и конвейерным штреками, $\text{м}^3/\text{т}$; m_b — вынимаемая мощность пласта, м ; v_k — средняя скорость движения комбайна вдоль лавы, $\text{м}/\text{мин}$; t_c — время прохождения комбайна по всей длине лавы, сут .

Значения коэффициентов A и B рассчитываются по формулам (II.9), (II.10), исходя из средней глубины H , м от поверхности.

Для определения величины x_d необходимо установить среднюю природную газоносность x_c в зоне действия очистной выработки. Размеры зон дренирования угольного столба около вентиляционного a_b и конвейерного a_k штреков определяются согласно формуле (II.8):

$$a_b = \beta (x_c - x_0) \frac{t_b}{At_b + B}, \text{ м}; \quad (\text{II.39})$$

$$a_k = \beta (x_c - x_0) \frac{t_k}{At_k + B}, \text{ м}, \quad (\text{II.40})$$

где t_b — время существования угольной стенки вентиляционного штрека в месте нахождения линии очистного забоя, сут ; t_k — то же, для конвейерного штрека, сут .

Коэффициент дренирования столба определяется из выражения [13]

$$k_d = 1 - \frac{a_b + a_k}{2l} \left(1 - \frac{x_0}{x_c} \right), \quad (\text{II.41})$$

где l — длина лавы, м .

Средняя газоносность оконтуренного столба угля составляет

$$x_d = k_d x_c, \text{ м}^3/\text{т}. \quad (\text{II.42})$$

Расчет величины x_b производится в следующем порядке. Исходя из значения x_d , по уравнению потенциальной газоносности угля определяется среднее давление газа в оконтуренном столбе угля p_d . Согласно уравнению (II.32) рассчитывается газоносность угля в зоне выемки x_b . При этом в формулу (II.32) вместо p под-

составляется величина p_d , а вместо v — скорость подвигания лавы по простиранию пласта $v_{л}$, м/сут.

Возможность применения зависимости (II.32) для определения величины x_b в очистных забоях подтверждается экспериментами, проведенными в лаве 61 пласта Польшаевского II шахты «Октябрьская». В указанной лаве ($H=170$ м; $v_{л}=1,25$ м/сут; $a=16,2$; $b=0,1$ [60]) для определения значения x_b отбирали пробы угля (около 30 проб) с кромки забоя: в верхней части лавы — до прохода комбайна, в нижней части лавы — после его прохода. Результаты определения газоносности угля на кромке забоя до и после прохода комбайна показаны на рис. 3. На этом же рисунке изображена расчетная газоносность угля в зоне выемки, вычисленная по формуле (II.32) при замеренном давлении газа $p_d=10$ кгс/см². Как следует из рисунка, расчетная величина x_b хорошо согласуется с экспериментальными данными.

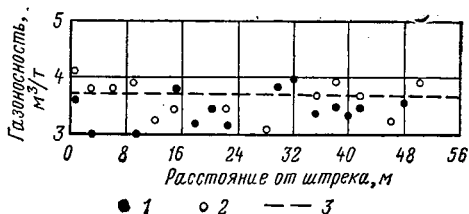


Рис. 3. Сравнение расчетной и фактической газоносности угля на кромке забоя лавы 61 пласта Польшаевского II шахты «Октябрьская»:

1 — фактическая газоносность угля в верхней части лавы; 2 — то же, в нижней части лавы; 3 — расчетная газоносность

Поток метана из отбитого угля, находящегося на конвейере в лаве и в откаточной выработке, определяется по формуле

$$J_{о.у} = v_{к.в} m_v \gamma x_b \left[1 - \omega_0 \left(\frac{l}{60v_{т.л}} + \frac{L_k}{60v_{т.к}} + \tau \right)^{-n_0} \right], \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (\text{II.43})$$

где $v_{т.л}$ — скорость транспортирования угля по лаве, м/с; L_k — длина конвейерного штрека, м; $v_{т.к}$ — скорость транспортирования по конвейерному штреку, м/с.

При этом значение x_b рассчитывается по формуле (II.32), а коэффициент n_0 — по формуле (II.37).

§ 4. ГАЗОВЫДЕЛЕНИЕ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ И ОЧИСТНЫЕ ВЫРАБОТКИ ИЗ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ПЛАСТА ПРИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ УГЛЯ

Газовыделение в подготовительные выработки. Опыт ведения горных работ в гидрошахтах Кузбасса, опасных по газу, показывает, что как в подготовительных, так и в очистных выработках возникают значительные трудности в борьбе с выделяющимся метаном. Это обусловлено не только сложностью организации проветривания выемочных участков, но и недостаточной изученностью физических процессов, происходящих при обводнении газоносных углей в шахтных условиях. К тому же в литературных

источниках встречаются по этому поводу противоречивые утверждения: по одним данным обводнение резко замедляет [62, 64], по другим, наоборот, ускоряет процесс выделения метана из угля [10, 12, 27, 72]; высказываются также предположения, что влага не оказывает в этом отношении вообще никакого воздействия [31]. В отношении гидравлической технологии также в одних случаях утверждается, что при этом газообильность уменьшается [43], а в других — что гидродобыча не вызывает изменения газообильности выработок [31].

Как известно, применяют три различных способа гидравлической добычи угля: 1) чисто гидравлический, когда отбойка угля от массива производится высоконапорной струей воды; 2) механо-гидравлический, когда уголь отбивается исполнительным органом машины, и 3) взрывогидравлический, при котором отбойка угля производится взрывным способом или же струей воды с предварительным рыхлением угольного массива путем взрывания зарядов ВВ. Перспективными являются первый и второй способы, так как они ограничивают, хотя и не исключают полностью, применение одной из наиболее опасных операций в горном деле — взрывных работ. Однако поскольку особенности газовыделения в горные выработки гидрошахт наиболее отчетливо проявляются при взрывогидравлическом способе добычи, вопросы газовой динамики гидроучастков рассматриваются на примере исследований при этом способе добычи угля.

Газовыделение в забоях подготовительных выработок изучалось в период проведения штреков в верхней, средней и нижней частях этажей при подвигании забоя на 1,4—1,8 м за проходческий цикл на гидрошахте «Красногорская» и гидроучастке шахты «Коксовая».

Исследования показали (рис. 4), что газовыделение в призабойную часть выработки зависит от вида производственных процессов: экстремальные значения дебита газа всегда приходится на начальный момент смыва отбитого угля.

Сопоставление отдельных циклов по каждой выработке показало, что интенсивность газовыделения в период любой из операций, не связанных с отбойкой и транспортированием угля, близка к постоянной величине. Если учесть, что такие операции занимают 85—90% длительности проходческого цикла, то газовыделение за этот период можно с некоторыми допущениями рассматривать как постоянное J_0 для забоя данной выработки и учитывать по отношению к нему прирост дебита метана.

Исследования показали, что максимальное газовыделение в период смыва угля превышало постоянный уровень газовыделения перед взрывными работами на гидроучастке шахты «Коксовая» в 2—4,8 раза, на гидрошахте «Красногорская» — в 3,4—9,4 раза (табл. 13). Несколько ниже дебит метана во время проветривания забоя после взрывных работ: в первом случае он превышал уровень газовыделения J_0 в 1,4—2 раза, а во втором — в 1,9—5 раз.

Забой подготовительных выработок	Максимальное газовыделение по операциям проходческого цикла, м ³ /мин		
	при операциях, не связанных с выемкой угля, J_0	при проветривании после взрывных работ $J_{взр}$	при смыве угля $J_{см}$

Шахта «Коксовая», пласт Мощный

3-й подэтажный штрек, II блок	0,26	0,54	0,84
4-й подэтажный штрек, II блок	0,61	1,00	1,42
5-й подэтажный штрек, III блок	0,76	1,08	1,54
6-й подэтажный штрек, III блок	0,40	0,64	1,92

Гидрошахта «Красногорская»

Аккумулирующий штрек по пласту VI Внутреннему, север, гор. +100 м	0,12	0,23	0,41
Аккумулирующий штрек по пласту Проводнику IV Внутреннего, север, гор. +100 м	0,18	0,46	0,77
6-й западный штрек III подэтажа, пласт IV Внутренний, север, гор. +200 м	0,10	0,50	0,94

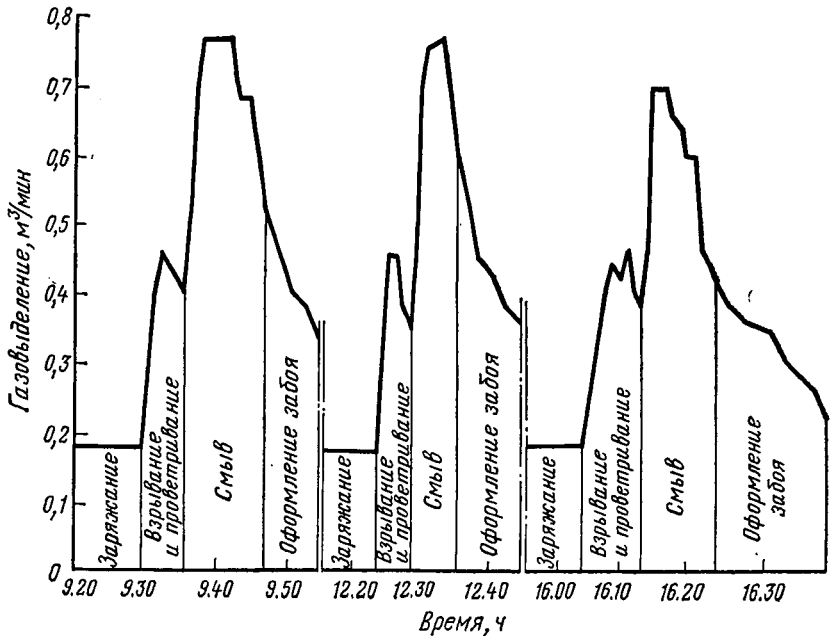


Рис. 4. Газовыделение в гидрозабое аккумуляющего штрека, проведенного по пласту Проводник IV Внутреннего на гидрошахте «Красногорская»

Для выявления зависимости газовыделения от способа проведения подготовительных выработок были проведены по аналогичной методике наблюдения в штреках, в которых применялся механический транспорт с ручной и машинной погрузкой угля. Выработки были выбраны с таким расчетом, чтобы выделение метана в их призабойную часть перед взрывными работами было примерно одинаковым с газовыделением в гидрозабои. Во время бу-

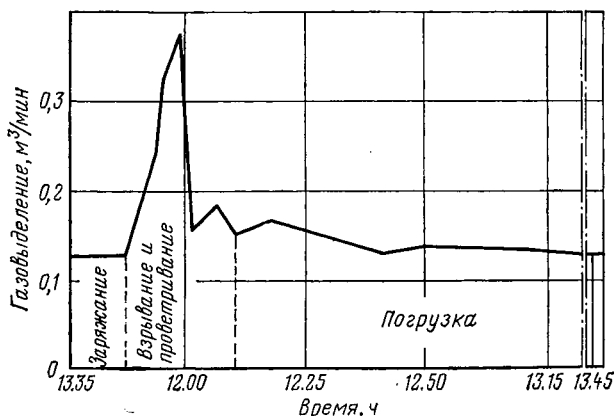


Рис. 5. Газовыделение в забое минусового штрека, проведенного по пласту Кемеровскому шахты «Северная», при ручной погрузке

рения, заряжания шпуров, ручной погрузки угля, крепления и прочих операций, кроме периода проветривания забоя после взрывных работ, дебит метана практически оставался постоянным (рис. 5). При погрузке угля машиной ППМ-4 газовыделение в забое было примерно таким же, как и во время проветривания после взрывных работ. После прекращения погрузки дебит газа снижался до величины, отмеченной при операциях, не связанных с отбойкой и уборкой угля (рис. 6).

Большая интенсивность газовыделения при машинной погрузке по сравнению с величиной его при ручной погрузке объясняется, по-видимому, тем, что при этом за короткий промежуток времени выносятся вентиляционной струей газ, скопившийся в межкусковом пространстве отбитой массы угля.

Сравнение графиков газовыделения в забоях подготовительных выработок (рис. 7) при различных способах транспортирования угля (приведенных к одинаковому газовому дебиту до производства взрывных работ) показывает, что газовыделение после взрывания шпуров во всех забоях различается незначительно. В период же уборки и транспортирования угля максимальное газовыделение в забое с гидромеханизацией в 3 раза выше, чем при

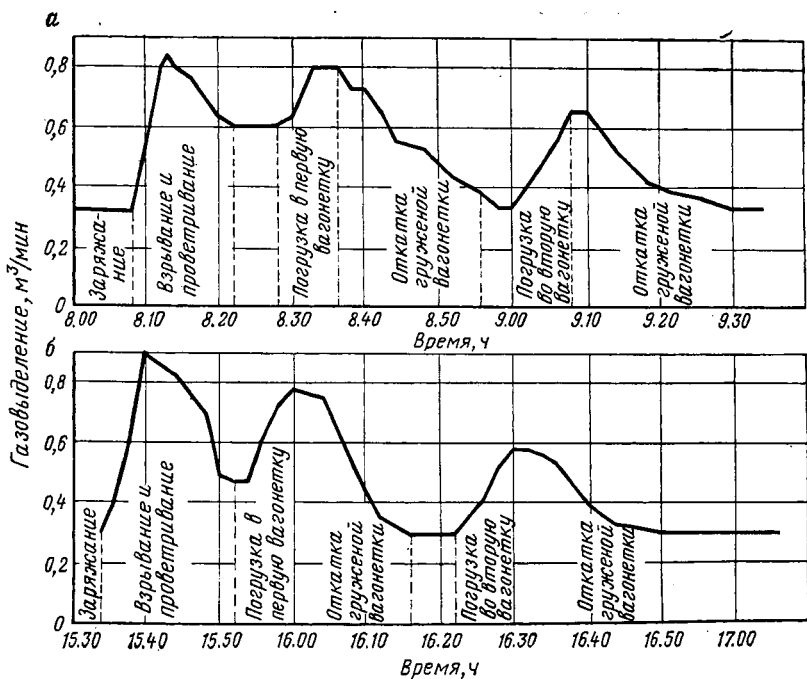


Рис. 6. Газовыделение в забое штрека, проведенного по пласту Мощному шахты «Коксовая», при машинной погрузке:
а — в первую смену; б — во вторую смену

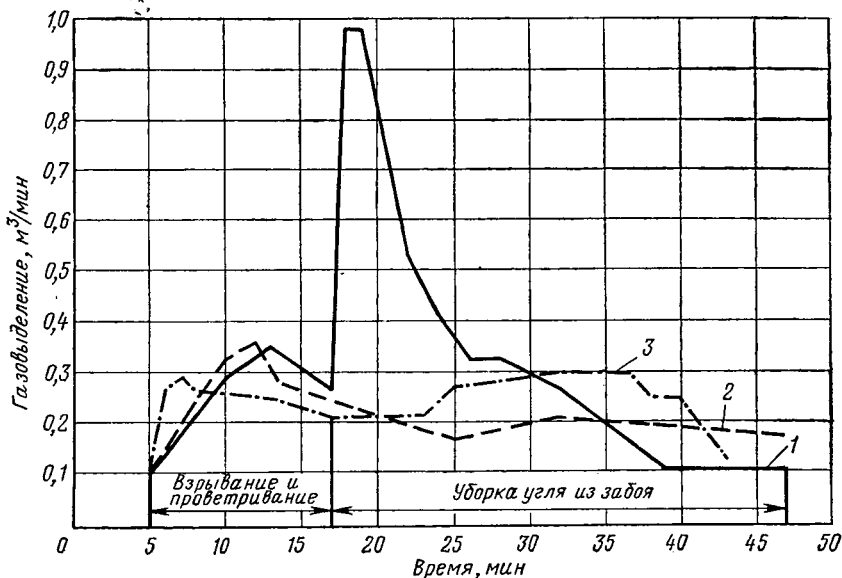


Рис. 7. Газовыделение в забоях подготовительных выработок при разных способах транспортирования угля:
1 — гидротранспорт; 2 — конвейерный транспорт; 3 — рельсовый транспорт

взрывных работах, а в забоях, где отбитый уголь не обводняется, такого явления не наблюдается. Подсчитанные по графикам объемы газа, выделившегося в призабойные зоны штреков в период уборки угля за одинаковое для всех выработок время — 30 мин, составляют: при ручной погрузке — 5,4, при машинной — 6,5, при гидротранспорте — 8,4 м³, что в пересчете на 1 т отбитого угля составляет соответственно 0,32, 0,34 и 0,76 м³/т.

Таким образом, наблюдения показали, что при гидравлической технологии добычи угля газообильность забоев выше, чем при обычной технологии.

Для изучения воздействия технологической воды на газоотдачу угля за время его транспортирования, начиная с момента обводнения и кончая доставкой в пульпосборник, проведены параллельные наблюдения за интенсивностью газовыделения из сухих и обводненных углей различной степени метаморфизма. Опыты проводились непосредственно в шахтах при помощи специальной лабораторной установки. Для этого брался свежесбитый уголь определенной фракции, тщательно перемешивался и затем загружался в колбы, которые одновременно подключались к установке. Наблюдения за газовыделением из отобранных проб начинались по истечении 10—15 мин с момента отбойки угля от массива. Во время опыта фиксировались температура воды перед увлажнением, температура воды в газосборнике, прирост количества газа в мерной бюретке (в начале опыта через каждые 1—2 мин, в конце — через 10—12 мин) и барометрическое давление в месте проведения опыта.

Объем газа, выделявшегося в процессе опыта из сухих и увлажненных проб угля, приводился к нормальным условиям давления и температуры и относился на 1 г горючей массы.

Многочисленными опытами выявлена одна и та же качественная зависимость (рис. 8): начиная с момента обводнения газовыделение из свежесбитого угля резко возрастало и за короткий промежуток времени достигало максимальной величины (точка *M*), затем скорость газовыделения падала примерно с той же интенсивностью, с какой она возрастала, и через некоторое время становилась меньше скорости дальнейшего газовыделения из параллельной пробы сухого угля.

Быстрое возрастание скорости газовыделения в начальный момент обводнения происходит за счет вытеснения водой адсорбированного газа с поверхности трещин и пор. Падение газового дебита после достижения максимума газоотдачи можно объяснить следующими причинами: 1) проникновение воды в трещины и поры угля быстро достигает своего предела и дальнейший прирост вновь увлажняемой площади становится весьма малым; 2) в результате вытеснения водой адсорбированного газа снижается газовое давление в угле (по сравнению с сухим углем); 3) возникает дополнительное сопротивление движению газа из-за перекрытия водой фильтрационных путей.

Такой двоякий характер воздействия воды на газовыделение из угля позволяет объяснить причины упомянутых выше противоречивых мнений о влиянии гидравлической технологии на газобилльность горных выработок: выводы авторов зависели от исследуемой стадии процесса.

Фактически продолжительность транспортирования угля от забоя до пульпосборника на гидроучастках шахт Прокопьевского

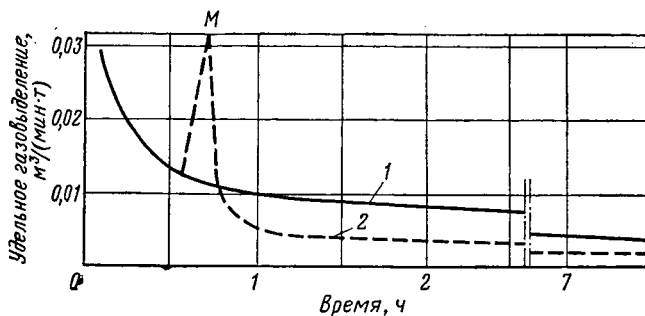


Рис. 8. Газовыделение из сухого и обводненного угля (пласт Волковский шахты «Северная», класс угля 5—10 мм, температура воды 21° С):
1 — сухой уголь; 2 — обводненный

рудника при скорости движения пульпы по желобам 1,5—2,5 м/с не превышает 5—10 мин. Следовательно, весь период действия воды на уголь находится в пределах 5—25 мин — времени, соответствующего наиболее высокой скорости газоотдачи обводняемого угля. В камере гидроподъема и в отстойниках на поверхности из угля выделяется уже незначительное количество газа.

Опытами установлено, что для одного и того же пласта характерно постоянное отношение максимальной скорости газовыделения в период обводнения к скорости газовыделения перед началом обводнения независимо от времени, прошедшего с момента отбойки угля от массива. Это отношение имеет вид

$$\frac{i_{\max}}{i_0} = k_y = \text{const} \quad (\text{II.44})$$

или, выраженное в объемах выделившегося газа,

$$\frac{q_{\text{ув}}}{q_{\text{с}}} = k'_y = \text{const}, \quad (\text{II.45})$$

где i_{\max} — максимальная скорость газовыделения из угля во время его обводнения, $\text{м}^3/(\text{мин} \cdot \text{т})$; i_0 — скорость газовыделения перед обводнением угля, $\text{м}^3/(\text{мин} \cdot \text{т})$; $q_{\text{ув}}$, $q_{\text{с}}$ — объемы газа, выделившегося соответственно из увлажненного и сухого угля с начального момента обводнения до момента равенства скоростей газовыделе-

ния из этих углей, $\text{м}^3/\text{т}$; k_y , k'_y — коэффициенты увеличения газовой выделению.

При постоянных условиях (температура воды, фракционный и качественный состав угля) коэффициенты увеличения газовой выделению не зависят от величины остаточной газонасыщенности угля. Это объясняется тем, что количество газа на сообщающейся с атмосферой сорбирующей поверхности угля изменяется во времени в соответствии с той же закономерностью, с какой в результате свободного истечения газа из сухого угля изменяется его остаточная газонасыщенность.

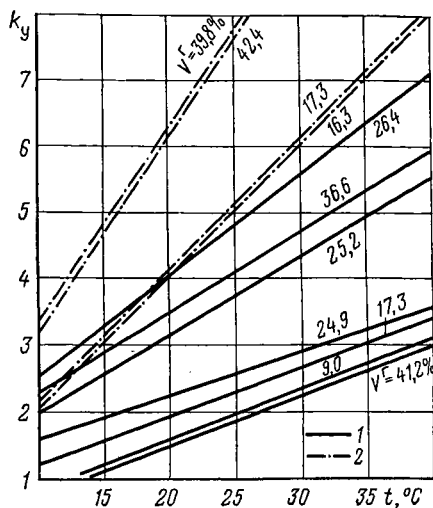


Рис. 9. Зависимость коэффициента увеличения газовой выделению от температуры технологической воды для углей:

1 — фракции 5–10 мм; 2 — фракции 3–7 мм

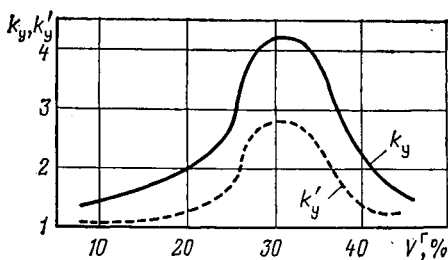


Рис. 10. Зависимость коэффициентов увеличения газовой выделению от выхода летучих веществ при температуре воды 17°C (фракция 5–10 мм)

факторов на процесс газоотдачи при обводнении: величины активной пористости, сорбционной способности, энергии активации и способности угля к смачиванию.

Из изложенного следует важное для практических целей заключение: влияние гидравлической технологии сказывается на газо-

выделению не зависят от величины остаточной газонасыщенности угля. Это объясняется тем, что количество газа на сообщающейся с атмосферой сорбирующей поверхности угля изменяется во времени в соответствии с той же закономерностью, с какой в результате свободного истечения газа из сухого угля изменяется его остаточная газонасыщенность.

Температура технологической воды оказывает значительное влияние на газовой выделению из обводняемого угля. Между коэффициентом k_y и температурой воды в диапазоне от 14 до 35°C существует прямо пропорциональная зависимость (рис. 9). Исходя из линейной зависимости, вычислена поправка k_t , учитывающая влияние температуры воды на величину указанного коэффициента. Ее величина для всех марок углей составляет $0,05$ при изменении температуры технологической воды на 1°C .

При одной и той же температуре воды и одинаковых размерах кусков угля величина коэффициента k_y с ростом выхода летучих вначале возрастает, а затем снижается (рис. 10). Сложный характер этой зависимости вызван одновременным воздействием ряда

обильности забоев в меньшей степени при добыче антрацитов и длиннопламенных углей, в большей — при добыче жирных и газовых; в максимальной — при добыче углей с выходом летучих 29—31 %.

С увеличением среднего диаметра кусков угля коэффициент увеличения газовыделения закономерно снижается

$$k_y = 1 + (B_0 - 1)e^{-\beta_0 d}, \quad (\text{II.46})$$

где B_0 , β_0 — параметры, зависящие от степени метаморфизма угля; d — средний диаметр кусков угля, см.

Для температуры воды 17° С значения параметров B_0 и β_0 вычисляются по уравнениям:

$$B_0 = V^r (0,204V^r - 12,85) + 205; \quad (\text{II.47})$$

$$\beta_0 = V^r (0,029V^r - 1,75) + 27. \quad (\text{II.48})$$

По формуле (II.46) вычисляется коэффициент увеличения газовыделения только для определенного класса крупности; для всей массы отбитого угля используется так называемый упрощенный фракционный баланс, учитывающий классы крупности 50—100; 13—50 и 0—13 мм (для более крупных углей $k_y \approx 1$),

$$k_y = \frac{k_{y_1}c_1 + k_{y_2}c_2 + k_{y_3}c_3}{100} [1 + k_\tau (\tau - 17)], \quad (\text{II.49})$$

где k_{y_1} , k_{y_2} , k_{y_3} — коэффициенты увеличения газовыделения соответственно для указанных выше классов при средних диаметрах кусков угля 7,5, 3,15 и 0,65 см; c_1 , c_2 , c_3 — выход соответствующих классов в общей массе отбитого угля ($c_1 + c_2 + c_3 = 100\%$); τ — температура воды на выходе из гидромонитора, °С.

Газовыделение перед смывом угля можно вычислить по формулам, применяемым при соответствующих расчетах в условиях обычной (механической) технологии (см. § 3) при значении t , равном отрезку времени с момента отбойки угля от массива до начала работы гидромонитора.

Наблюдениями не установлено каких-либо значительных различий в характере выделения газа с поверхности забоя и с неподвижных поверхностей угольного массива в аккумулирующих и подэтажных штреках гидрошахт Кузбасса и в обычных шахтах [54]. В боковых стенках и кровле выработок вода под влиянием капиллярных сил и сил самодвижения [64] проникает в массив лишь на незначительную глубину. К тому же под воздействием горного давления обводненный слой угля кровли и стенок выработки в дальнейшем отслаивается от массива и газовыделение происходит с необводненной поверхности.

Характерной особенностью гидроучастков является снижение газовыделения с отдельных отрезков подготовительной выработки по мере ее проведения вследствие уменьшения природной газоносности пласта, так как выработки проводятся наклонно по восста-

нию для обеспечения самотечного транспорта. Изменение газообильности подготовительной выработки за счет этого фактора может быть определено по методике расчета газовыделения в наклонные выработки (см. § 3) или, когда превышение конечным пунктом начальной невелико, приближенно более простым способом по формуле

$$J = 4mv\xi x_n \left(\sqrt{\frac{L}{v} + 1} - 1 \right) - \frac{4}{3} mv^2 \xi g \sin \varphi \left[\left(\frac{L}{v} - 2 \right) \sqrt{\frac{L}{v} + 1} + 2 \right], \quad (\text{II.50})$$

где v — скорость проведения выработки, м/мин; ξ — коэффициент, определяемый из выражения

$$\xi = 0,026 [0,0004 (V\gamma)^2 + 0,16]; \quad (\text{II.51})$$

x_n — газоносность пласта в начальной точке проведения выработки, м³/т; L — длина выработки, м; g — градиент изменения газоносности пласта на глубине проведения выработки, м³/(т·м); φ — угол наклона выработки к горизонтальной плоскости, градус.

Уменьшаемое в формуле (II.50) определяет газовыделение с обнаженной поверхности пласта, как для горизонтальной выработки (т. е. если газоносность пласта по длине выработки близка к постоянной величине), а вычитаемое — снижение газообильности выработки за счет уменьшения газоносности пласта.

Газовыделение в очистные выработки на участках гидродобычи.

Наибольший интерес с точки зрения особенностей динамики газовыделения в очистные забои при гидравлической технологии добычи представляет система поэтажной гидроотбойки. Наблюдения за газовыделением в очистные выработки и за дебитом метана в общей исходящей вентиляционной струе поэтажа проводились как при работе только одного забоя, так и при одновременной работе двух смежных забоев.

Газовыделение в отдельно взятый очистной забой (гидрошахта «Красногорская», пласт IV Внутренний) при выемке поэтажа закрытыми заходками значительно изменялось за время очистной выемки. В начальный момент смыва угля газовыделение было выше, чем за время любых других операций выемочного цикла, в 4—5 раз и более. По мере смывания отбитого угля газовыделение постепенно снижалось и, после того как весь объем отбитого угля в заходке был обводнен, колебалось при дальнейшей работе гидромонитора около некоторой средней величины. Во время обрушения потолочины наблюдалось небольшое кратковременное повышение газового дебита.

При разработке пласта открытыми заходками (пласт Мощный, шахта «Коксовая») происходило вымывание больших количеств газа из выработанного пространства. Вследствие эжекционного воздействия гидромониторной струи газовыделение в таких слу-

чаях возрастало в 8—10 раз, а концентрация метана повышалась до 5—12%.

Дебит газа в исходящей вентиляционной струе двух смежных заходок (пласты III и IV Внутренние, шахта «Красногорская») при одновременной выемке угля был также весьма неравномерным. Величина размаха колебаний, т. е. разница ω между наибольшим и наименьшим результатами замера газового дебита, была больше, чем в вентиляционной струе каждого отдельного забоя ω_1 и ω_2 (рис. 11). Но, как показал анализ данных наблюдений на различных пластах, при этом всегда выполнялось условие

$$\omega < \omega_1 + \omega_2. \quad (\text{II.52})$$

Максимальное газовыделение в исходящую вентиляционную струю подэтажей наблюдалось во время смыва угля, величина его была на 26—68% выше, чем в период ведения взрывных работ. Размах колебаний газового дебита в исходящей струе подэтажа значительно больше, чем непосредственно в подготовительных или очистных выработках, в том числе смежных.

Таким образом, основной особенностью газовыделения в очистные выработки в условиях системы подэтажной гидроотбойки является высокая доля выделения метана из отбитого угля. В начальный момент работы гидромониторов газовыделение из этого источника в несколько раз выше, чем с поверхности угольного массива, обнаженной забоем и подготовительной выработкой в призабойной зоне. Объем выделяющегося метана зависит в основном от тех же факторов, что и в подготовительных выработках. Поэтому изложенный принцип расчета газовыделения из отбитого угля в призабойное пространство подготовительных выработок приемлем также для условий очистных гидрозабоев. Газоносность угля в зоне выемки при взрывогидравлической отбойке, учитывая результаты экспериментов [54], принимается на 50—80% выше остаточной газоносности добываемого угля.

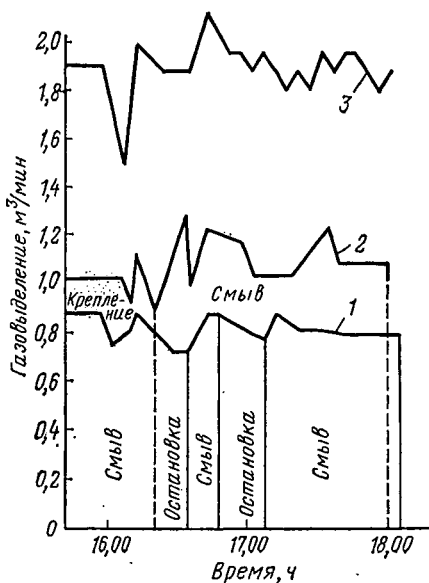


Рис. 11. Газовыделение во время смыва угля из двух смежных заходок:

1 — 7-я заходка; 2 — 6-я заходка; 3 — суммарное из двух заходок

Газовыделение с обнаженной поверхности забоя определяется по формуле

$$J_{\text{заб}} = m_{\text{в}} h v_{\text{п}} \gamma (x_{\text{д}} - x_{\text{в}}), \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (\text{II.53})$$

где h — высота подэтажа, м; $v_{\text{п}}$ — скорость погашения целика, м/мин; $x_{\text{д}}$ — средняя газоносность массива угля в целике на момент очистной выемки, м³/т.

В некоторых работах [43, 44, 47] отмечается, что одним из факторов, снижающих газообильность гидрозабоев, является вынос метана на поверхность технологической водой в растворенном состоянии. Высказывалось предположение, что при консистенции пульпы 1 : 10 и растворении в ней метана, хотя бы в пределах 1,5% по объему, газообильность гидрозабоев может уменьшаться на 15% [44]. Результаты дегазации проб технологической воды, отобранных на выходе из гидромонитора и в камере гидроподъема, путем кипячения их под вакуумом показали, что вынос метана в растворенном состоянии из забоев не превышает 0,005 м³ на 1 м³ воды [53]. Это объясняется тем, что поступающая в забой вода насыщена газами почти до предела, так как ее основная масса циркулирует по замкнутой схеме и восполнение потерь воды в системе составляет лишь незначительную часть ее общего объема; к тому же растворимость метана в воде сама по себе весьма незначительна. Даже если принять растворимость метана равной ее максимальному значению в дистиллированной воде при парциальном давлении газа 760 мм рт. ст. и температуре 20—25°С (аналогичной шахтным условиям), то при расходе такой воды около 300 м³/ч газообильность забоев могла бы снизиться только на 9—12 м³/ч. В действительности же в атмосфере горных выработок парциальное давление метана значительно ниже. Вынос метана с гидроучастка при указанном расходе воды не может превысить 1,5 м³/ч, что не имеет практического значения.

Таким образом, основные отличительные особенности газовыделения в выработки гидрошахт по сравнению с газовыделением в шахты с механической технологией заключаются:

в большей интенсивности его в начальный момент транспортирования угля водой (в момент обводнения угля);

в большей неравномерности его при одних и тех же условиях.

§ 5. ГАЗОВЫДЕЛЕНИЕ В ОЧИСТНЫЕ ВЫРАБОТКИ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ПЛАСТА ПРИ СЛОВЕНЫХ СИСТЕМАХ РАЗРАБОТКИ

Дренаживание временно невынимаемой угольной толщи при разработке первого слоя. При разработке мощных крутых пластов на шахтах Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса все более широкое распространение получают комбинированная система с гибким перекрытием (КГП) в различных вариантах и слоевые системы с полной гидравлической закладкой выработанного прост-

ранства. Пологие мощные пласты Томь-Усинского района разрабатываются комбинированной системой с применением комплекса оборудования КТУ. При разработке мощных газоносных пластов с разделением на слои выработки первого слоя отличаются повышенной газообильностью, так как при этом происходит выделение метана из временно невынимаемых слоев, достигающее 70% от общего газовыделения из разрабатываемого пласта. Иногда наблюдается также высокая суммарная абсолютная газообильность выработок второго слоя. Для ее количественного определения необходимо знать влияние выемки первого слоя на изменение газоносности угля временно невынимаемой толщи как по мощности, так и во времени после ее обнажения.

Как показали исследования, в условиях разработки мощных угольных пластов слоевыми системами при двух-трех плоскостях обнажения в большинстве случаев не представляется возможным разграничить с помощью газовых съемок объемы газовыделения из временно невынимаемого слоя и собственно из выработанного пространства (из сближенных пластов и вмещающих пород). Поэтому количества газа, выделяющиеся из разрабатываемого и временно невынимаемого слоя, определялись расчетным методом по газоносности угольных пластов.

Природная газоносность пластов определялась до начала ведения горных работ двумя методами: прямым — по керновым пробам, набираемым шахтным герметическим керноборником конструкции ВостНИИ, и косвенным — по газовому давлению и метанемкости, соответствующей данному давлению.

Исследования по определению остаточной газоносности временно невынимаемого слоя включали изучение характера нарастания ее по мощности этого слоя и ее изменений в зависимости от продолжительности обнажения слоя. Для этого впереди движущегося забоя на расстоянии 15—30 м бурились скважины во временно невынимаемую угольную толщу. Скважины оборудовались для замера газового давления в пласте. По мере приближения линии очистных работ к створу со скважиной газовое давление в пласте повышалось (рис. 12) вследствие сжатия пласта в зоне дополнительных напряжений, вызывающего уменьшение порового пространства. После прохода створа со скважиной в результате выемки верхнего слоя происходила разгрузка угольного массива; при этом вследствие увеличения пористости и проницаемости угля резко повышалась фильтрация газа и соответственно возрастало газовыделение в горные выработки. При дальнейшем удалении линии очистных работ от створа со скважиной отмечалось постепенное снижение газового давления, а затем, в зоне стабилизации деформаций растяжения, оно устанавливалось на некотором постоянном уровне.

Исследования показали, что дегазация невынимаемой толщи при разработке первого слоя начинается на расстоянии 2—4 м впереди очистного забоя. При этом газоносность изменяется в глубь

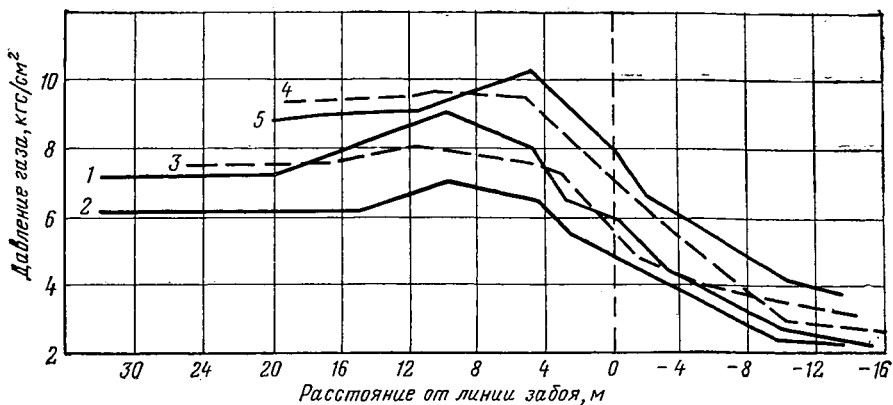


Рис. 12. Изменение газового давления во временно невынимаемой толще угля по мере отработки верхнего слоя:

1, 2 — соответственно пласты Горелый и Мощный шахты «Центральная»; 3, 4 — соответственно пласты Горелый и IV Внутренний шахты «Северный Маганак»; 5 — пласт III шахты «Усинская»

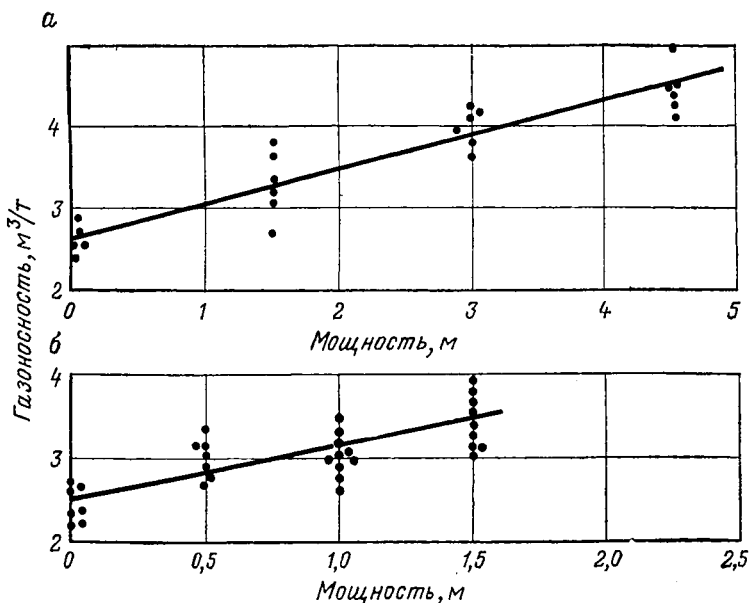


Рис. 13. Изменение газоносности временно невынимаемой угольной толщи по мощности:

а — крутой пласт; б — пологий пласт

невывнимаемой толщи по закону, близкому к прямолинейному (рис. 13). Средняя остаточная газоносность невывнимаемых слоев может определяться в зависимости от времени их обнажения

$$x_{ср} = \frac{x_{в.н} - x_1}{(t + 1)^n} + x_1, \quad (II.54)$$

где $x_{в.н}$ — газоносность пласта в зоне выемки невывнимаемого слоя, м³/т; x_1 — остаточная газоносность угля, выдаваемого из шахты, м³/т; t — время, прошедшее с момента обнажения слоя, сут; n — показатель, зависящий в общем случае от физико-механических и химических свойств угля, газопроницаемости, начального давления, мощности и т. п.

Одним из основных параметров, который необходимо знать для определения средней остаточной газоносности временно невывнимаемого слоя по уравнению (II.54), является газоносность угля в зоне выемки, величина которой устанавливается экспериментальным путем. Исходя из определения характера ее изменения, был получен коэффициент степени дегазации пласта $k_{с.д}$ в призабойной зоне (табл. 14).

Таблица 14

Шахта, пласт	Природная газоносность пласта, м ³ /т.	Газоносность невывнимаемой толщи в зоне выемки, м ³ /т	Система разработки	Коэффициент $k_{с.д}$
«Усинская», III	11,5	10,5	Комбинированная с применением комплекса КТУ	0,91
«Центральная», Горелый	11,0	10,7	Комбинированная с гибким перекрытием	0,92
«Центральная», Мощный	10,5	8,3	То же	0,79
«Северный Маганак», Горелый	11,0	9,2	»	0,84
«Северный Маганак», IV Внутренний	9,5	8,6	»	0,90
«Коксовая», Горелый . .	7,8	5,45	Наклонными слоями с отработкой слоев короткими полосами по простиранию с закладкой выработанного пространства	0,70

Колебания коэффициентов обусловлены влиянием природных и горнотехнических факторов: газоносности угля, длины очистного забоя, мощности невывнимаемой толщи, времени с момента ее обнажения и других.

Для расчетов рекомендуется принимать следующие значения коэффициента $k_{с.д}$:

при полной закладке выработанного пространства — 0,7;

при полном обрушении кровли — в зависимости от способа выемки угля: при механизированной выемке — 0,9, при работе отбойными молотками или буровзрывной отбойке — 0,8.

Таким образом,

$$x_{ср} = \frac{k_{с.д} x - x_1}{(t + 1)^n} + x_1. \quad (II.55)$$

Значения коэффициента n для изученных условий получены по экспериментальным данным в зависимости от мощности невынимаемой угольной толщи m_n :

$m_n, м$	n
4—6	0,25—0,35
6—8	0,20—0,25
8—10	0,15—0,20
>10	0,10—0,15

Для проверки эмпирической зависимости степени дренирования временно невынимаемой угольной толщи от мощности пласта и скорости отработки верхнего слоя был применен метод моделирования на гидроинтеграторе [39]. Полученные результаты подтвердили близкое к линейному изменение остаточной газоносности угля по мощности невынимаемого слоя, которая была найдена экспериментальным путем [19].

Одним из основных факторов, влияющих на интенсивность газовыделения с единицы обнаженной поверхности временно невынимаемого слоя, является горное давление. При выемке первого слоя невынимаемая толща разгружается от горного давления, вследствие чего нарушается существовавшее равновесие между газовыми фазами в угле. Снижение напряженного состояния массива сопровождается десорбцией метана из угля. Интенсивность газовыделения при этом зависит от газоносности, физико-механических свойств пласта и мощности оставляемого слоя. Характер движения газа через нарушенную эксплуатационными трещинами угольную толщу качественно и количественно изменяется в зависимости от интенсивности развития трещин, их зияния, времени обнажения и других факторов.

Исследования влияния горного давления на газовыделение из временно невынимаемого слоя были проведены на шахте «Коксовая» по пласту IV Внутреннему на гор. — 35 м. Пласт отрабатывался короткими полосами по простиранию с полной гидравлической закладкой выработанного пространства. Мощность пласта 8 м; мощность первого слоя 2,7 м, второго — 5,3 м. Угол падения пласта составлял 60°, шаг закладки 20—25 м, длина забоя 9—12 м.

Методика исследований заключалась в следующем. Из лесопускных скатов оборудовались наблюдательные станции, из которых в массив угля бурились скважины глубиной 4,5 м. В скважинах при помощи деревянной пробки закреплялся стержневой репер. На расстоянии 1 м от него устанавливался анкерный репер, состоящий из анкера и трубы, внутри которой пропускался стержень

забитого в пробку репера. Деформаций угольного массива определялись по относительному перемещению концов стержневого и анкерного реперов. Замер осуществлялся с точностью $\pm 0,01$ мм*.

Газовыделение с обнаженной поверхности временно невынимаемого слоя определялось двумя методами: прямым — замером при помощи щитков и косвенным — по газоносности угольных пластов. Для замера газовыделения участок поверхности невынимаемого слоя пласта изолировался от окружающей среды щитком, пространство под которым проветривалось при помощи эжекторного aspirатора при заданном расходе воздуха 10—20 л/мин. Концентрация метана в исходящей из-под щитка струе замерялась до установления ее постоянного значения, затем производился отбор и химический анализ пяти—восьми проб поступающего под щиток и исходящего из-под щитка воздуха.

Газовыделение с единицы обнаженной поверхности определялось по формуле

$$G = \frac{1440Q(c_{и} - c_{в})}{10^6 \cdot S_{щ}}, \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{сут}), \quad (\text{II.56})$$

где Q — расход воздуха под щитком, л/мин; $c_{и}$ — концентрация метана в исходящей из-под щитка струе воздуха, %; $c_{в}$ — то же, во входящей под щиток струе воздуха, %; $S_{щ}$ — площадь щитка, равная $0,1 \text{ м}^2$.

Косвенный расчет газовыделения с 1 м^2 обнаженной поверхности по газоносности производился по формуле

$$G = \frac{m_n \gamma_n (k_{с.д} x - x_1)}{(t + 1)^{n+1}}, \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{сут}). \quad (\text{II.57})$$

Интенсивность газовыделения с единицы обнаженной поверхности пласта IV Внутреннего изучалась в тех же очистных забоях, в которых определялась остаточная газоносность временно невынимаемой угольной толщи. Наблюдения проводились в течение времени, соответствующего периоду выемки угольной полосы на величину шага закладки 20—25 м.

Результаты замеров деформаций временно невынимаемого слоя и наблюдений за изменением интенсивности газовыделения из него показывают (рис. 14), что впереди линии очистного забоя угольный массив находился в сжатом состоянии под влиянием опорного давления. Деформации сжатия достигали максимального значения в 4—6 м впереди линии очистного забоя. При обнажении нижнего слоя резко возрастали деформации растяжения, которые после достижения некоторой экстремальной величины начинали медленно затухать, и по прошествии 5—6 мес почти полностью восстановилось напряженное состояние угольного массива невынимаемого слоя.

* Работы выполнялись с участием Сибирского отделения ВНИМИ.

Интенсивность газовыделения из невынимаемых слоев достигала максимального значения в первый период времени (0,3—1 сут) после обнажения слоя вследствие снятия деформаций сжатия (разгрузки угольного массива); при этом резко возрастала фильтрация газа вследствие увеличения пористости и проницаемости угля и соответственно увеличивалось газовыделение. По мере подвигания линии очистного забоя газовыделение снижалось, что объясняется восстановлением давления боковых пород на угольный

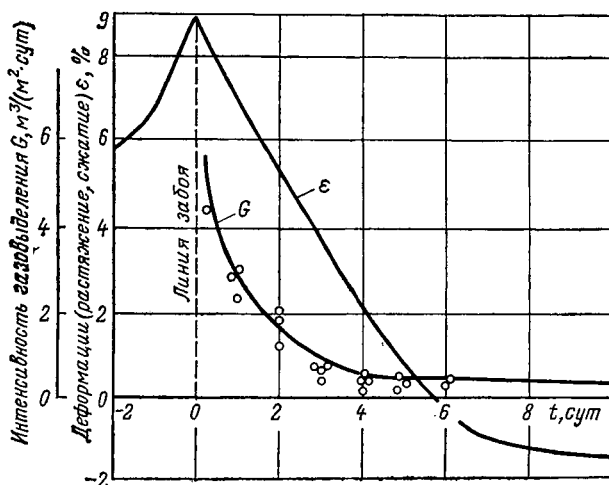


Рис. 14. Изменение деформации угольного массива и интенсивности газовыделения с 1 м^2 обнажаемой поверхности при подвигании очистного забоя

массив нижнего слоя. В зоне стабилизации деформаций растяжения газовыделение устанавливается практически на том же уровне, который наблюдался по прошествии 5—6 сут после обнажения, что соответствует величине шага закладки (20—25 м).

Для оценки расчетного метода определения газовыделения с 1 м^2 обнаженной поверхности слоя по газоносности были сопоставлены результаты расчета с данными замеров интенсивности газовыделения с помощью щитков (на рис. 14 обозначены кружочками). Из сопоставления следует, что метод расчета по уравнению (II.57) дает несколько завышенные значения по сравнению с данными замеров по щиткам. Отклонения составили до 30%.

В результате проведенных исследований установлена качественная зависимость между остаточной газоносностью временно невынимаемой угольной толщи, интенсивностью газовыделения с единицы ее обнаженной поверхности и ее деформацией во времени.

Газовый баланс участков при слоевой выемке. Изучение газовых балансов участков проводилось при разработке мощных угольных пластов тремя системами: комбинированной с гибким перекрытием (КГП) с обрушением кровли, наклонными слоями с выемкой в восходящем порядке и отработкой слоев короткими полосами по простиранию с закладкой выработанного пространства, комбинированной с применением комплекса КТУ. Целью изучения газовых балансов являлось определение фактической газообильности выемочных участков в целом и по источникам газовой выделению, а также ее сопоставление с расчетной, определяемой по газоносности угольных пластов (табл. 15).

Анализ данных газовых съемок показал, что при разработке мощных угольных пластов с разделением на слои и управлением кровлей полным обрушением газообильность выработок первого (монтажного) слоя в большинстве случаев превышает газообильность выработок второго слоя, иногда даже в 2—3 раза. Только при весьма малых значениях общей газообильности выемочного участка газообильность нижнего слоя оказывалась практически одинаковой с газообильностью верхнего слоя в абсолютном выражении или даже превышала ее.

Неравномерность распределения газовой выделению между слоями в существенной мере зависит от опережения горных работ по верхнему слою по отношению к нижнему и мощности временно невынимаемой угольной толщи: чем больше опережение линии очистного забоя и больше мощность нижнего слоя, тем меньше газообильность горных выработок последнего (например, пласт III шахты «Усинская» и пласт III Внутренний шахты «Центральная»).

При разработке мощных угольных пластов комбинированными системами газообильность горных выработок зависит от длины очистных забоев. При длине их 30—40 м (шахта «Центральная», пласты Горелый, Мощный; шахта «Северный Маганак», пласт Горелый) вследствие значительного дренирования угольного массива подготовительными выработками газообильность ниже по сравнению с газообильностью участков, где угольный пласт отрабатывается длинными забоями (шахта «Усинская», пласт III).

В отдельных случаях оказывает влияние различная продолжительность дренирования угольных массивов верхнего и нижнего слоев подготовительными выработками. Рассматриваемые системы разработки характеризуются густой сетью подготовительных выработок, особенно по нижнему слою, время проведения которых до начала ведения очистных работ на различных участках колеблется от 1,5 до 0,5 года. Различная длительность подготовки очистного блока к выемке, а отсюда и разный период дренирования массива обуславливают перераспределение газообильности горных выработок первого и второго слоев.

Иное распределение газообильности горных выработок по слоям отмечается при разработке мощных угольных пластов слоевыми системами с закладкой выработанного пространства. При отра-

Шахта	Пласт	Система разработки	Порядок отработки слоев	Способ управления кровлей	Мощность, м		Опережение, м	Длина забоя, м	Газообильность выработок, м ³ /мин	
					первого слоя	второго слоя			первого слоя	второго слоя
«Центральная»	Горелый, гор. +15 м	Комбинированная с гибким перекрытием	Нисходящий	Полное обрушение	2,0	10,0	10	30—50	0,60	0,61
	Мощный, гор. +15 м	То же	То же	То же	2,0	10,0	20	50	0,84	0,28
«Северный Маганак»	III Внутренний, гор. +150 м	»	»	»	1,5	3,0—4,5	25	40—50	1,60	0,60
	Горелый, гор. +150 м	»	»	»	1,5	8,5	20—30	35	1,00	0,40
«Усинская»	III	Комбинированная с применением комплекса КТУ	»	»	2,2	6,5	100—150	120	1,98	0,63
«Коксовая»	Горелый, гор. —35 м	Наклонными слоями с отработкой слоев полосами по простиранию	»	Полная гидравлическая закладка выработанного пространства	3,0	5,0	—	12—15	1,42	0,41
	Горелый, гор. —35 м	То же	Восходящий	То же	2,7	5,6	—	12—15	1,92	0,40
«Ноградская»	IV Внутренний, гор. —35 м	»	То же	»	2,7	5,3	—	12—15	1,88	—
	IV Внутренний, гор. +25 м	»	»	»	3,4	4,6	—	15—18	2,70	1,10
	Горелый, гор. +25 м	»	»	»	3,0	7,0	—	15—18	2,60	—

ботке первого слоя выделение газа из надрабатываемой или подрабатываемой толщи в очистное пространство достигает весьма значительных величин, в результате чего газообильность выработок первого слоя в 3—5 раз больше, чем в остальных слоях. Существенное влияние оказывает порядок отработки слоев: при нисходящем порядке газообильность выработок первого слоя ниже, чем при восходящем порядке, в условиях одинаковой газоносности пласта. Это объясняется различным характером влияния горного давления на образование и раскрытие газопроводящих трещин. Во втором случае по мере продвижения линии очистных работ происходит подработка временно невынимаемой толщи, в которой под действием горного давления и ее собственного веса интенсивно развиваются трещины, и газ, мигрируя по ним, выделяется в значительных количествах в выработки первого слоя. При нисходящем порядке отработки слоев наработка угольной толщи сопровождается меньшими деформациями и поэтому менее интенсивной десорбцией газа углем.

Анализ наблюдений за изменением газообильности участков по мере их отработки при управлении кровлей полным обрушением показывает, что увеличение количества воздуха, подаваемого на участок, значительно влияет на газообильность как участка в целом, так и верхнего слоя. Так, при изменении количества воздуха, поступающего в забой верхнего (монтажного) слоя, от 100 до 360 м³/мин газообильность участка возросла с 0,2 до 1,8 м³/мин (шахта «Центральная», пласт Горелый). При дальнейшем увеличении дебита воздуха до 600 м³/мин газовыделение достигало 3 м³/мин. Это объясняется тем, что при большем дебите воздуха увеличиваются утечки через выработанное пространство первого слоя, а вместе с ними возрастает вынос газа, который аккумулируется в отработанной части пласта в результате продолжающейся дегазации нижнего слоя и сближенных угольных пластов. При выемке второго слоя под гибким перекрытием аналогичной картины не наблюдается в явно выраженной форме, так как основной источник газа — угольный массив — вынимается на полную оставшуюся мощность.

При разработке пластов слоевой системой с закладкой увеличение количества воздуха, подаваемого на участок, не оказывает сколько-нибудь заметного влияния на его газообильность и дебит газа в исходящих струях участков остается практически на одном уровне.

Расчет газовыделения из разрабатываемого пласта по источникам. Ожидаемое газовыделение из угля вынимаемого (первого) слоя может быть рассчитано по формуле

$$J_{\text{в}} = \frac{m_{\text{в.с}} v_{\text{в}} \gamma}{1440} k_{\text{д1}} (x - x_1), \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (\text{II.58})$$

где $m_{\text{в.с}}$ — мощность вынимаемого слоя, м; $v_{\text{в}}$ — скорость продвижения забоя первого слоя и обнажения второго, м/сут; $k_{\text{д1}}$ — коэф-

фициент дренирования угольного массива первого слоя подготовительными выработками.

Значения остаточной газоносности добываемого угля x_r в м³/т горючей массы для условий Кузбасса установлены в зависимости от выхода летучих веществ:

V_r , %	x_r
2—8	3,5
8—12	2,5
12—26	2,0
Более 26	2,5

Пересчет на естественный уголь производится по формуле

$$x_1 = x_r (100 - A^a - W^a) 0,01, \quad (\text{II.59})$$

где W^a , A^a — соответственно влажность и зольность угля, %.

Для определения коэффициента дренирования k_d бурились встречные шпурь с конвейерного и вентиляционного штреков, окон-

Таблица 16

Шахта, пласт	Выработка	Расстояние от выработки в глубину массива, м	Газоносность пласта в точке отбора пробы, м ³ /т
«Центральная», Горелый	Вентиляционный штрек	С кромки	1,8
		2	2,0—2,5
		5	3,3
		8	3,7
		10	4,3
	Конвейерный штрек	С кромки	1,5
		2	2,2
		6	3,5
		8	3,6
		10	4,5
«Центральная», Мощный	Вентиляционный штрек	С кромки	1,5
		3	2,6
		6	3,8
		8	4,3
		10	5,2
	Конвейерный штрек	С кромки	1,7
		2	2,3
		5	3,4
		8	4,5
		10	5,3
«Северный Маганак», Горелый	Вентиляционный штрек	С кромки	2,3
		2	3,5
		4	4,3
		6	5,3
		8	6,0
	Конвейерный штрек	С кромки	2,1
		2	3,0
		6	4,8
		10	6,5

турирующих столб угля по падению и восстанию, на расстоянии 10—15 м от забоя параллельно линии очистного забоя, через которые отбирались пробы угля. Полученные данные о газоносности пластов в точках отбора проб приведены в табл. 16.

Значения коэффициентов дренирования были рассчитаны по формуле

$$k_d = \frac{\sum_{j=1}^n x_j \Delta l}{xl}, \quad (\text{II.60})$$

где x_j — газоносность угля на различных расстояниях от устья шпура в зоне влияния подготовительных выработок, м³/т; Δl — шаг численного интегрирования; j — порядковый номер шага.

Коэффициенты дренирования угольного массива подготовительными выработками для изученных условий составили: $k_d = 0,65$ — для первого слоя при слоевых и комбинированных системах разработки с обрушением кровли; $k_d = 0,90$ — для первого слоя при разработке с закладкой выработанного пространства и для последующих слоев при всех системах.

Вторым источником, обуславливающим газовыделение из разрабатываемого пласта при выемке первого слоя, является временно невынимаемая угольная толща.

Количество газа, которое содержится в полосе невынимаемого слоя шириной 1 м по простиранию с учетом дренирования его подготовительными выработками, можно выразить уравнением

$$W_1 = m_n l \gamma k_{dII} x. \quad (\text{II.61})$$

Количество газа, которое остается в том же объеме второго слоя после выемки первого слоя, выражается зависимостью

$$W_2 = m_n l \gamma x_{cp}. \quad (\text{II.62})$$

Тогда количество газа, выделяющееся из временно невынимаемой толщи в выработки первого слоя за сутки, определяется из выражения

$$J'_n = (W_1 - W_2) v_n \quad (\text{II.63})$$

или, после подстановки значений W_1 и W_2 в равенство (II.63),

$$J'_n = \frac{m_n l \gamma v_n}{1440} k_{dII} (x - x_{cp}). \quad (\text{II.64})$$

Общее газовыделение из разрабатываемого пласта в выработки первого слоя составит

$$J_I = J_n + J'_n, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (\text{II.65})$$

или, после подстановки данных из формул (II.58) и (II.64),

$$J_I = \frac{v_n l \gamma}{1440} [m_{в.с} k_{dI} (x - x_1) + m_n k_{dII} (x - x_{cp})]. \quad (\text{II.66})$$

Шахта, пласт	Исходные данные для расчета								Расчетное газовыделение участка, м ³ /мин		Абсолютная газообильность участка, м ³ /мин	
	x, м ² /т	x ₁ , м ² /т	m _в , м	m _{в-с} , м	m _н , м	l, м	v _в , м/сут	v _н , м/сут	первый слой	второй слой	расчетная	фактическая
«Центральная», Горелый—Лутугинский, гор. +15 м	10,5	2,0	11,0	2,0	9,0	9,0	0,3	0,15	1,00	0,33	1,33	1,21
«Центральная», Мощный, гор. +15 м . . .	10,5	1,8	10,0	2,0	8,0	90	0,3	0,2	0,93	0,40	1,33	1,12
«Северный Маганак», Горелый, гор. +150 м	11,0	2,6	12,0	1,5	10,5	90	0,3	0,2	0,98	0,56	1,54	1,13
«Усинская», III, гор. +145 м	11,5	2,6	8,7	2,2	6,5	120	0,6	0,8	2,04	0,61	2,65	2,56
«Коксовая», IV Внутренний, гор. —35 м . .	9,4	2,3	8,0	3,0	5,0	42	1,5	—	2,60	—	2,60	2,35
«Коксовая», Горелый, гор. —35 м	7,8	1,8	8,3	2,5	5,8	60	1,2	—	2,23	0,40	2,23	2,00
«Коксовая», IV Внутренний, гор. —35 м . .	11,0	2,4	9,0	3,5	5,5	36	1,5	—	2,76	—	2,76	2,78
«Ноградская», Горелый, гор. +25 м	12,0	2,4	10,0	3,0	7,0	40	1,2	—	2,92	—	2,92	2,60
«Ноградская», IV Внутренний, гор. +25 м .	11,0	2,0	8,0	3,4	4,6	36	1,5	—	2,69	1,10	2,69	3,80

Газовыделение из разрабатываемого пласта при выемке второго слоя выразится зависимостью

$$J_{II} = \frac{m_n l \gamma v_n}{1440} k_{dII} (x_{ср} - x_1), \quad (II.67)$$

где v_n — скорость подвигания забоя по простиранию второго слоя, м/сут.

Средняя остаточная газоносность временно невынимаемого слоя определяется из формулы (II.55). Коэффициенты $k_{с.д.}$ и n принимаются в соответствии с их значениями, приведенными выше, а

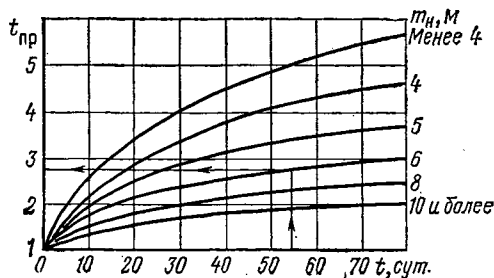


Рис. 15. Номограмма для определения величины $t_{пр}$ в зависимости от мощности невынимаемого слоя и времени его обнажения

время t — равным времени обнажения невынимаемой толщи в очистном пространстве за один шаг обрушения или закладки в сутках. Для облегчения расчета по формуле (II.55) значения $(t+1)^n = t_{пр}$ представлены в виде номограммы на рис. 15.

Результаты расчета по указанным формулам и сопоставление их с фактической газообильностью участков приведены в табл. 17. Из таблицы следует, что газообильность участков, рассчитанная по газоносности угольных пластов, и фактическая газообильность, определявшаяся при помощи газовых съемок, дали сопоставимые результаты. Расхождения не превышали $\pm 20\%$, что соответствует допустимой точности прогнозов газообильности горных выработок.

Глава III

ГАЗОВЫДЕЛЕНИЕ ИЗ СБЛИЖЕННЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

§ 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИРОДНОЙ И ОСТАТОЧНОЙ ГАЗОНОСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Одним из основных элементов исследований роли газовыделения из соседних пластов в формировании газообильности горных выработок разрабатываемого пласта явилось определение газоносности этих пластов до и после надработки или подработки.

В развитии методов определения газоносности угольных пластов сложились три основных направления:

1) прямое определение газоносности путем отбора проб углей и их дегазации в лабораторных условиях;

2) определение потенциальной газоносности путем замера давления газа в угольном пласте и установления соответствующей этому давлению газоемкости угля;

3) определение газоносности по результатам газовых съемок.

Более распространенными являются два первых направления; однако они не лишены недостатков и еще далеко не совершенны.

Прямые методы опробования угольных пластов на газоносность имеют следующие недостатки:

1) в течение длительного времени не было освоено достаточно надежных конструкций кернонаборников для шахтных условий;

2) область применения кернонаборников определяется в каждом конкретном случае технической возможностью бурения скважин соответствующего диаметра из горной выработки до точки, в которой необходимо отобрать пробу угля (чаще всего — в не дегазированной горными работами части пласта); однако чем меньше диаметр прибора, тем более серьезные затруднения вызывает его конструктивное выполнение, особенно в отношении обеспечения надежной работы герметизирующего узла, и тем больше относительные потери газа керном;

3) в период извлечения инструмента с обычной колонковой трубой, вскрывающей угольный пласт, и подачи в скважину кер-

нонаборника забой скважины остается открытым и уголь может частично дегазироваться; эта потеря газа ничем не компенсируется; кроме того, имеют место потери газа во время отбора керна до момента его герметизации, в результате чего получается заниженное значение газоносности;

4) для определения изменения газоносности сближенного пласта во времени в процессе и после окончания разгрузки его от горного давления необходимо дополнительное бурение новых скважин.

Методам определения потенциальной газоносности пластов по газовому давлению и сорбционной способности угля также присущи значительные недостатки:

1) герметизация скважин вяжущими растворами далеко не во всех случаях надежна [5, 6], а после надработки или подработки пласта иногда вообще неосуществима;

2) процесс герметизации каждой отдельной скважины является довольно трудоемким и длительным;

3) невозможно осуществить контроль за качеством герметизации скважины;

4) для достаточно надежного перехода от давления газа к газоносности пласта необходимо в каждом случае определять в лабораторных условиях сорбционную способность угля в точке замера давления. Это, в свою очередь, требует отбора пробы угля с исследуемого пласта.

Метод установления природной газоносности пласта по результатам газовых съемок [48] не может в условиях Кузбасса найти широкого применения, так как для распространенных здесь систем разработки характерно большое число подготовительных выработок, вызывающих значительное дренирование пласта.

Учитывая преимущества и недостатки разных методов определения газоносности угольных пластов, было признано целесообразным применить в качестве основного метода исследований прямое определение газоносности сближенных пластов до и после их разгрузки от горного давления. В связи с этим была разработана конструкция шахтного герметического кернонаборника КШГ-1 [23].

Как уже указывалось, до герметизации керна неизбежны потери газа. Поэтому для перехода от газоносности угля, определяемой по керновой пробе, к действительной природной газоносности пласта x в точке ее отбора производился расчет по эмпирической формуле

$$x = k_m x_k (100 - A^a - W^a) 0,01, \text{ м}^3/\text{т} \quad (\text{III.1})$$

где k_m — коэффициент, учитывающий потери газа при отборе керна;

$$k_m = (t_r + 1)^{n_k}; \quad (\text{III.2})$$

t_r — время с момента отбора керна до его герметизации на забое скважины, мин; n_k — показатель, зависящий от величины средне-

взвешенного диаметра кусочков угля, поступающего в кернаприемник, и степени метаморфизма угля; x_k — газоносность угля, определяемая по керовой пробе, м³/т горючей массы; A^a — содержание золы в угле, %; W^a — содержание влаги в угле, %.

Чтобы установить величину показателя n_k , определяли по ситовому анализу фракционный состав первичной пробы и массу отдельных фракций. Средневзвешенный диаметр составлял

$$d_c = \frac{1}{G_k} \sum_{i=1}^M d_i G_i, \text{ мм}, \quad (\text{III.3})$$

где G_k — общая масса керовой пробы угля, г; M — число фракций; обычно выделяется пять фракций: 0—3; 3—6; 6—13; 13—25; 25—33 мм со средними диаметрами соответственно: 1,5; 4,5; 9,5; 19 и 29 мм; d_i — средний диаметр кусков угля i -й фракции, мм; G_i — масса керовой пробы угля, г.

Показатель n_k определялся по формуле, аналогичной по своей структуре формуле (II.24),

$$n_k = \frac{c}{d_c^\psi}. \quad (\text{III.4})$$

Параметры c и ψ характеризуют степень метаморфизма угля и определяются в зависимости от процентного выхода летучих веществ по уравнениям (II.25) и (II.26).

Величины n_k и k_m могут быть также определены по номограммам (рис. 16 и 17), построенным на основании приведенных выше зависимостей.

При прямом определении газоносности сближенных пластов, как правило, полученные данные контролировались методом замера давления газа и установления газоемкости угля.

В результате большого числа лабораторных опытов, проведенных ВостНИИ [59], составлен каталог метаноемкости углей Кузбасса, включающий данные более чем по 300 шахтопластам в диапазоне давлений газа от 1 до 40 кгс/см² [60]. Это позволяет определять потенциальную газоносность угольных пластов по результатам замеров давления, выполняемых силами самих шахт, которые в большинстве случаев не располагают возможностью отбора керовых проб и тем более изучения их газоемкости в лабораторных условиях. Большое число замеров давления производится при вскрытии пластов квершлагами, а также на участках, применяющих дегазацию угольных пластов.

Однако в последние годы вводится в работу все большее число новых шахтопластов, с которых до их вскрытия не представлялось возможным отобрать пробы на изучение газоемкости угля, вследствие чего они не охвачены каталогом [60].

Изучение сорбционных свойств углей Кузбасса подтвердило положение, что изотермы сорбции метана углем удовлетворительно описываются уравнением Лэнгмюра [35, 66, 69]. Применен-

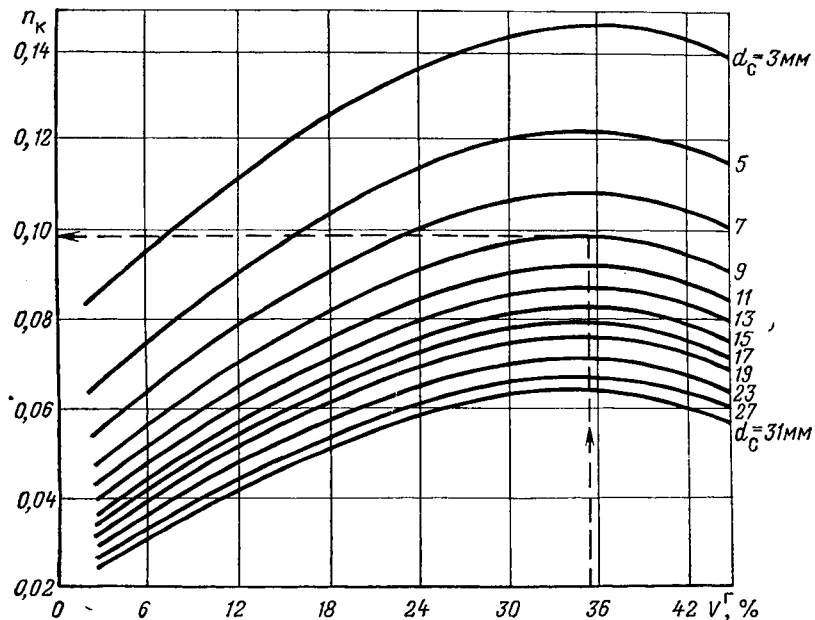


Рис. 16. Номограмма для определения показателя n_k при расчете природной газоносности угольного пласта по формуле (III.1)

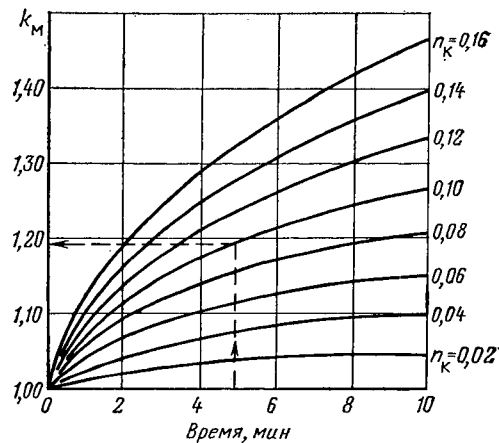


Рис. 17. Номограмма для определения поправочного коэффициента k_M при расчете природной газоносности угольного пласта по формуле (III.1)

ние его для определения в первом приближении потенциальной газоносности пластов при отсутствии данных лабораторного изучения изотерм сорбции возможно при условии, если известны константы сорбции a и b . Обобщение лабораторных опытов ВостНИИ [59] позволило предложить эмпирические формулы для определения значения их при 15°C (температура опытов принималась примерно равной температуре на современных глубинах разработки в Кузбассе):

$a=28-0,58 V^{\Gamma}$	при $V^{\Gamma}=5\div 22\%$
$a=15$	при $V^{\Gamma}=22\div 32\%$
$a=14+0,03 V^{\Gamma}$	при $V^{\Gamma}=32\div 42\%$
$b=0,23-0,0023 V^{\Gamma}$	при $V^{\Gamma}=5\div 42\%$

Сопоставление показало, что расчетные значения удовлетворительно сходятся с экспериментальными, так что приведенные константы уравнения Лэнгмюра приемлемы для оценки потенциальной газоносности угольных пластов по замеренному давлению газа.

§ 7. ХАРАКТЕР ЕСТЕСТВЕННОЙ ДЕГАЗАЦИИ СБЛИЖЕННЫХ ПЛАСТОВ ПРИ РАЗГРУЗКЕ ИХ ОТ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ

До начала сдвижения пород основной кровли главным источником метана в пределах выемочного поля является разрабатываемый пласт. Это обусловлено тем, что природная газопроницаемость не нарушенных тектоническими или эксплуатационными трещинами пород угленосных месторождений практически ничтожна. Движение метана через породы междупластовых толщ происходит поэтому только в режиме молекулярной диффузии [37].

В дальнейшем подработка или надработка смежного угольного пласта, приводящая к его частичной разгрузке, нарушает равновесие между газовыми фазами и вследствие снижения напряженного состояния сопровождается десорбцией метана из угля. Как показали наблюдения за изменением давления газа в смежных пластах в процессе подработки и надработки, характер и скорость десорбции газа, при прочих равных условиях, определяются степенью разгрузки пластов, т. е. интенсивностью сдвижения междупластовой толщи, которая зависит от мощности самой голши, ее физико-механических свойств и вынимаемой мощности разгружаемого пласта. Характер движения газа через нарушенную эксплуатационными трещинами междупластовую толщу будет качественно и количественно изменяться в зависимости от интенсивности развития трещин, их зияния, времени и т. д. Это хорошо подтверждается результатами наблюдений за изменением давления метана в сближенных пластах во времени в зависимости от расстояния между линией очистного забоя и проекцией точки

пересечения сближенного пласта скважиной на разрабатываемый пласт. Схемы расположения экспериментальных скважин показаны на рис. 18—21.

Вне зоны влияния подработки и надработки в скважинах, пробуренных до сближенных пластов, давление устанавливалось на уровне природного. Частичная разгрузка исследуемого пласта, залегающего в пределах радиуса естественной дегазации, приводила к снижению давления метана до остаточного, величина ко-

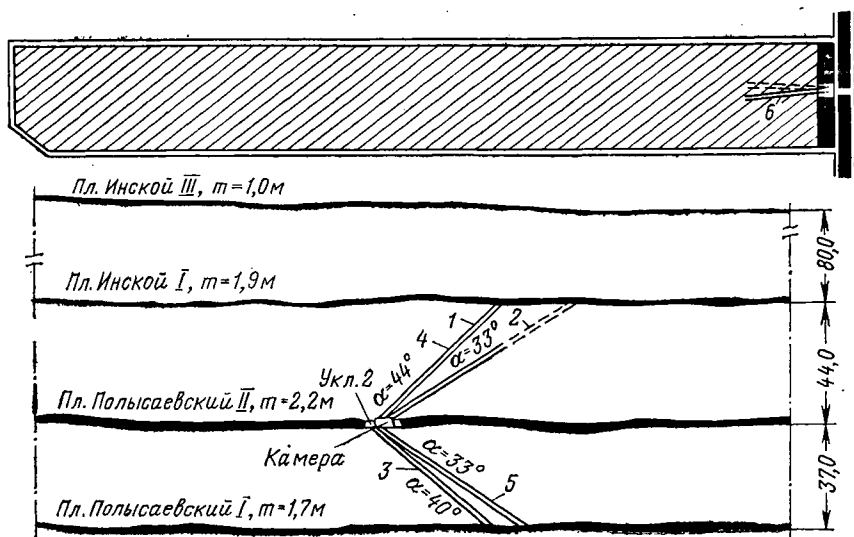


Рис. 18. Схема участка экспериментальных работ на шахте «Октябрьская»:

1—6 — номера скважин; α — угол заложения скважины; t — мощность пласта

торого определяется сопротивлением, оказываемым нарушенной трещинами междупластовой толщей движению метана в сторону выработанного пространства. Если расстояние между смежным и разрабатываемым пластами превышало радиус дегазирующего влияния выемки последнего, то давление метана в смежном пласте оставалось практически неизменным в течение всего периода отработки выемочного участка (рис. 22, скважина № 3; рис. 23, скважина № 4; рис. 24, скважины № 3, 4, 5). Если же смежный пласт частично разгружался от горного давления и вблизи него в породах образовывались пустоты расслоения, но эти пустоты не сообщались с зоной интенсивного развития эксплуатационных трещин, то при проходе надрабатывающего или подрабатывающего очистного забоя давление метана в исследуемом смежном пласте несколько снижалось, а затем, при удалении забоя от скважины, восстанавливалось практически до первоначального (рис. 25,

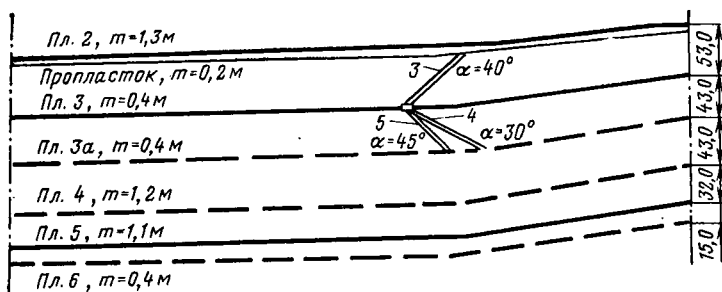
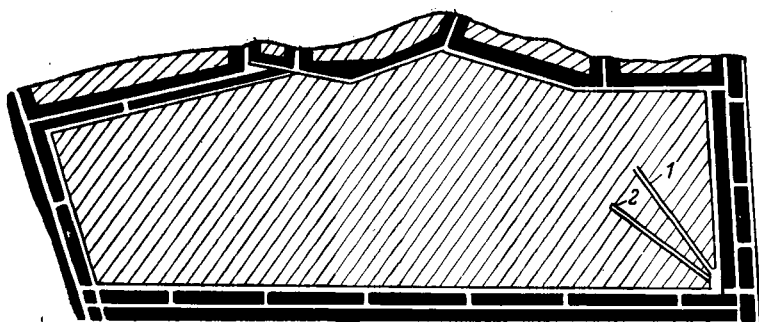
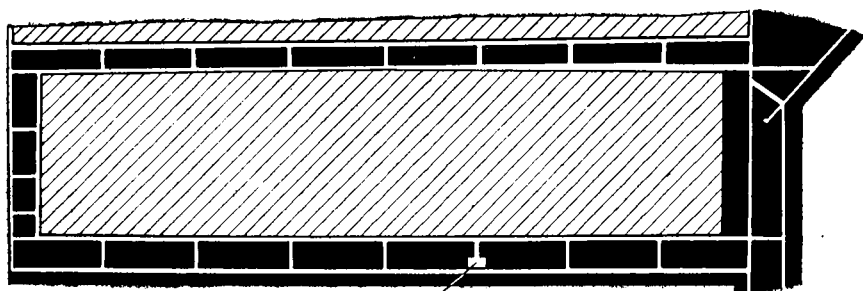


Рис. 19. Схема расположения экспериментальных скважин на участке шахты «Чертинская» при отработке пласта 3



Место заложения скважин

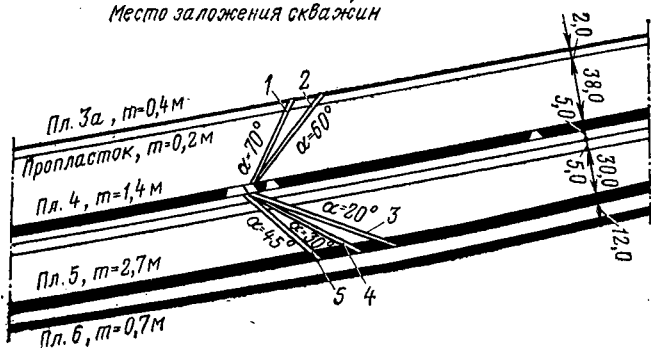


Рис. 20. Схема расположения экспериментальных скважин на участке шахты «Чертинская» при отработке пласта 4

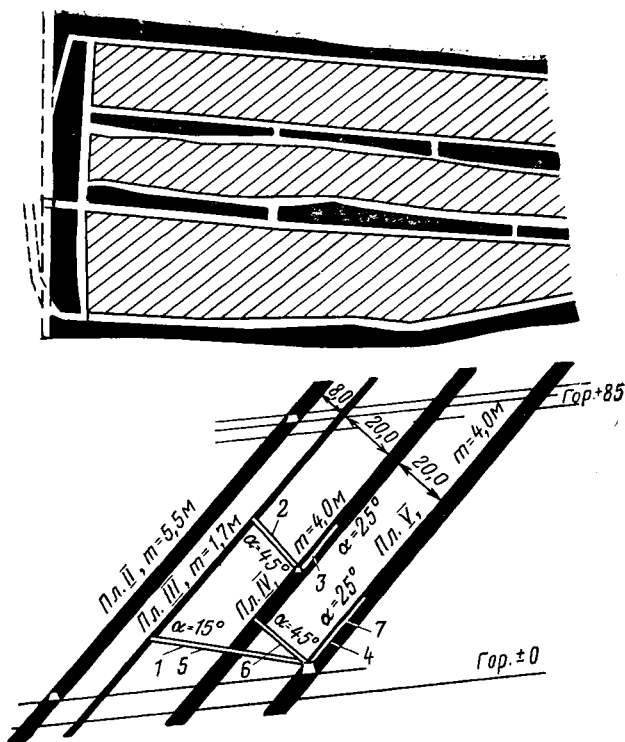


Рис. 21. Схема расположения экспериментальных скважин на участке шахты им. Орджоникидзе при отработке пласта II

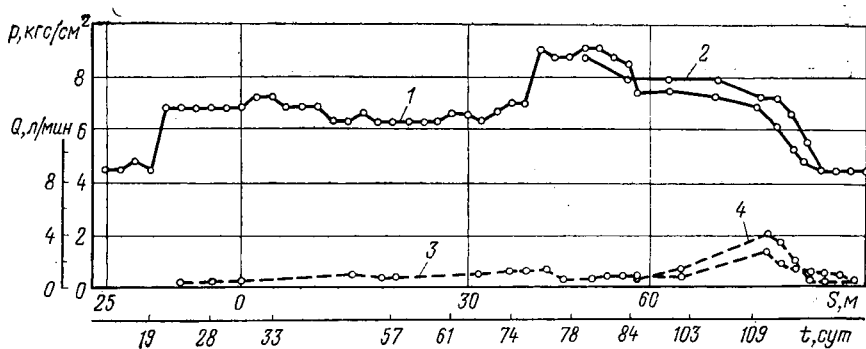


Рис. 22. Характер изменения давления p и дебита газа Q в скважинах № 3 и 5 при надработке пласта Польсаевского I на шахте «Октябрьская»: 1, 2 — изменение давления газа соответственно в скважинах № 3 и 5; 3, 4 — изменение дебита газа в скважинах № 3 и 5, S — расстояние линии очистного забоя до створа со скважиной, м; t — время наблюдений, сут

скважина № 4). Если же исследуемый пласт залегал в пределах зоны разгрузки от горного давления, образования пустот расслоения пород и интенсивного трещинообразования, то подработка или надработка этого пласта приводила к снижению давления ме-

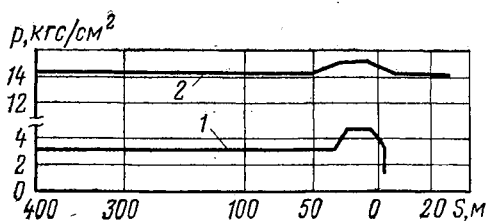


Рис. 23. Характер изменения давления газа при подработке пропластка и надработке пласта 3а на шахте «Чертинская»: 1 — в скважине № 3; 2 — в скважине № 4

тана до остаточного (см. рис. 23, скважина № 3; рис. 24, скважины № 1, 2; рис. 25, скважины № 1, 2; рис. 26, скважины № 1, 2).

Кривые изменения давления в надрабатываемом или подрабатываемом пласте отражают следующие процессы, происходящие

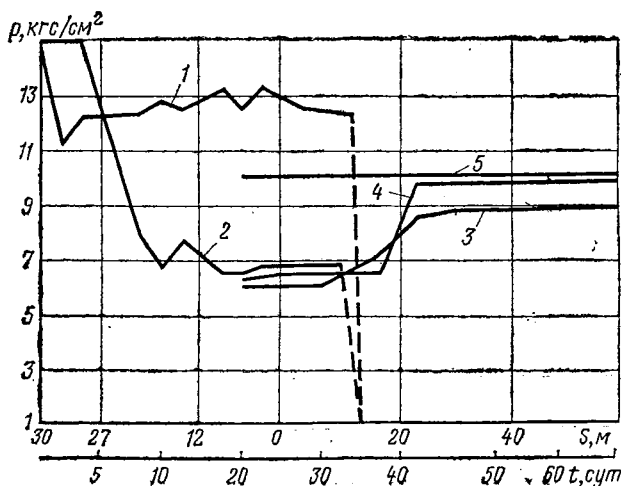


Рис. 24. Характер изменения давления газа при подработке пласта 3а и надработке пласта 5 на шахте «Чертинская»: 1, 2, 3, 4, 5 — соответственно в скважинах № 1, 2, 3, 4, 5

при прохождении забоя разрабатываемого пласта над местом замера давления:

1) нарастание давления метана и стабилизацию его на уровне природного, если сближенный угольный пласт залегал за пределами дегазирующего влияния надработки;

2) нарастание давления метана, временное снижение, затем новое повышение и стабилизацию его практически на первоначальном уровне (при этом сближенный пласт частично разгрузился от горного давления в результате подработки или

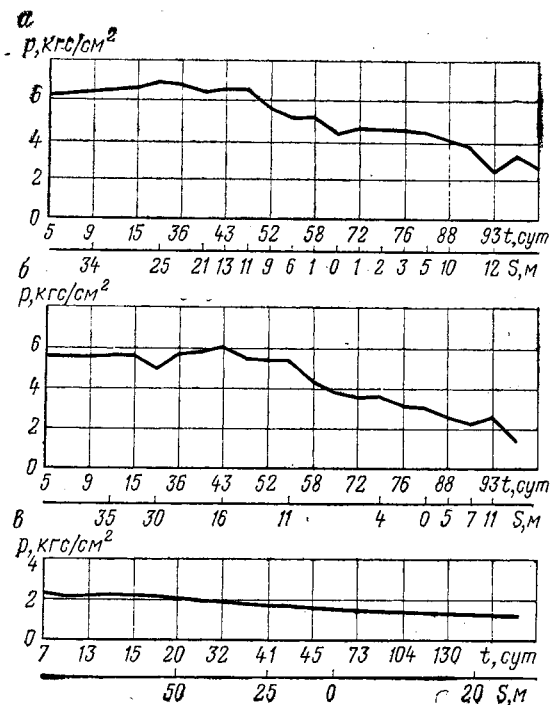


Рис. 25. Характер изменения давления газа при надработке пластов III и V на шахте им. Орджоникидзе:

а — в скважине № 1; б — в скважине № 2; в — в скважине № 4

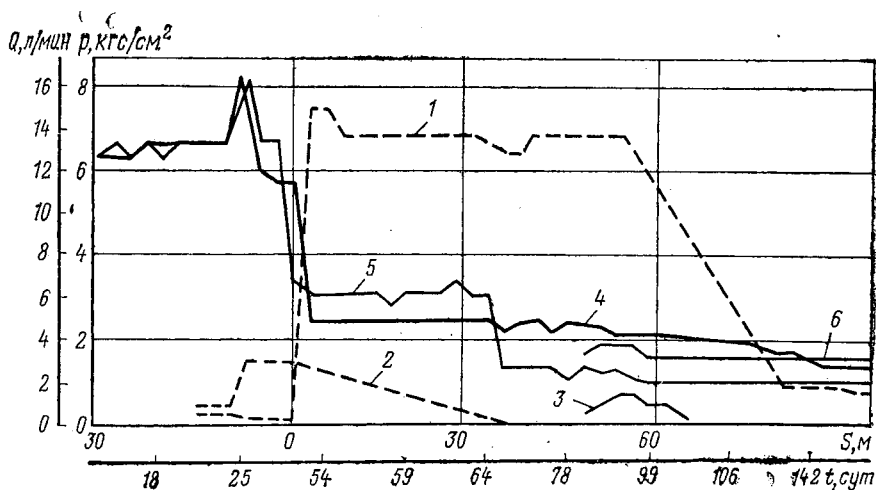


Рис. 26. Характер изменения давления и дебита газа при подработке пласта Инского I на шахте «Октябрьская»:

1, 2, 3 — изменение дебита газа соответственно в скважинах № 1, 2, 4; 4, 5, 6 — изменение давления газа в скважинах № 1, 2, 4

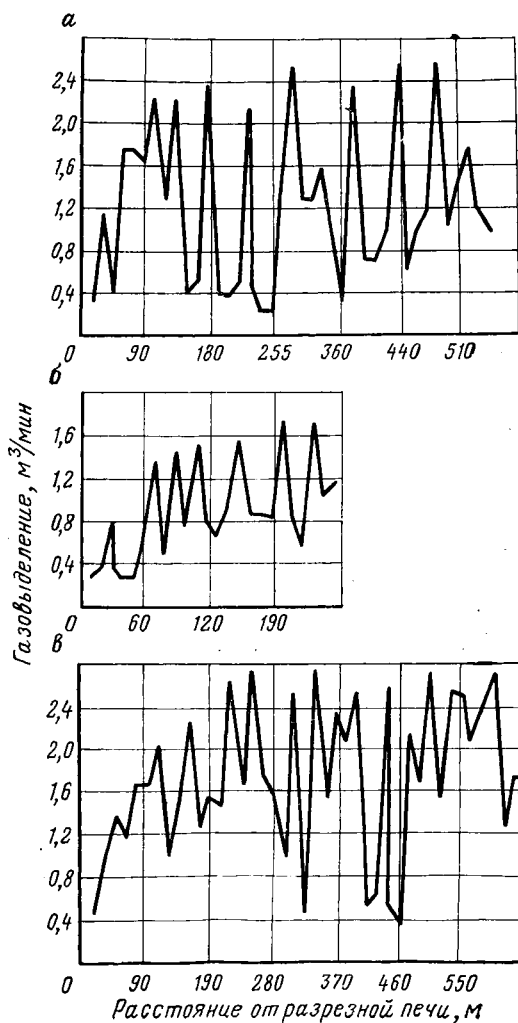


Рис. 27. Изменение газовыделения в выемочные участки по мере их отработки в условиях подработки пласта Инского I на шахте «Октябрьская»:

а — лава № 50; б — лава № 64; в — лава № 45

надработки, но выделения метана из него в выработанное пространство не происходило из-за большого удаления разрабатываемого пласта и отсутствия сквозных трещин в породах междупластовой толщи);

3) нарастание давления метана, стабилизацию его на максимальном уровне, снижение давления за счет десорбции метана из разгружаемого от горного давления угольного массива и повторную стабилизацию его на пониженном уровне (первая стабилизация давления отвечает природному, вторая — остаточному давлению газа в сближенном угольном пласте).

Для установления закономерности поступления метана из подрабатываемых и надрабатываемых пластов угля в горные выработки разрабатываемого пласта были проведены газовые съемки и обработаны данные ежедекадных замеров дебита газа в исходящих струях по 14 участкам в условиях шахт «Октябрьская», «Чертинская» и «Пионерка». В границах каждого из участков залегал от одного до трех угольных

пластов на расстоянии 30—150 м по нормали от кровли разрабатываемого пласта. Первый сверху (в стратиграфическом разрезе) сближенный пласт во всех случаях залегал на расстоянии 30—40 м.

До некоторого удаления линии очистного забоя от разрезной печи газовыделение изменялось мало (рис. 27), и если колебалось,

то, как показал анализ, только в зависимости от изменения количества добываемого угля. Начиная с расстояния 40—60 м, газовыделение резко возросло, что объясняется началом поступления метана в вентиляционную струю из подрабатываемых и надрабатываемых пластов угля. С этого момента, т. е. после первого обрушения пород основной кровли, пики газовыделения, связанные с последующими обрушениями, имели эпизодический характер, повторяясь почти до конца отработки пласта в пределах выемочного блока через каждые 30—60 м подвигания линии очистного забоя, что, очевидно, соответствовало шагу обрушения пород основной кровли. При этом, как правило, периоды возрастания газовыделения повторялись тем чаще, чем меньше было расстояние между разрабатываемым и надрабатываемым или подрабатываемым пластами.

§ 8. ОСТАТОЧНАЯ ГАЗОНОСНОСТЬ И КОЭФФИЦИЕНТ ГАЗОУДАЧИ СБЛИЖЕННЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Установленные экспериментальным путем значения остаточной газоносности сближенных пластов после их разгрузки от горного давления (см. рис. 21) позволили определить зависимость ее от

расстояния до разрабатываемого пласта. В исследуемых условиях зависимость остаточной газоносности надрабатываемых пластов от нормальной мощности междупластовой толщи h_i близка к линейной (рис. 28). Основываясь на этом, можно выразить остаточную газоносность любого пласта после его надработки, находящегося от разрабатываемого пласта в пределах расстояния h_p , начиная с которого газовыделение из смежных пластов считается равным нулю, в виде уравнения

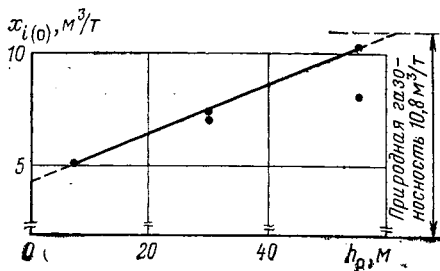


Рис. 28. Остаточная газоносность сближенных угольных пластов после надработки

$$x_{i(0)} = b_0 + h_i \operatorname{tg} \delta, \quad (\text{III.5})$$

где $x_{i(0)}$ — остаточная газоносность пласта после надработки, $\text{м}^3/\text{т}$; b_0 — отрезок, отсекаемый на оси ординат; $\operatorname{tg} \delta$ — угловой коэффициент прямой.

Величина b_0 соответствует значению остаточной газоносности угля разрабатываемого пласта x_1 при выдаче его на поверхность [22]. Угловой коэффициент определяется из формулы

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{x_i - x_1}{h_p}, \quad (\text{III.6})$$

где x_i — природная газоносность i -го сближенного пласта, м³/т.
Тогда зависимость (III.5) можно записать в следующем виде:

$$x_{i(0)} = x_1 + h_i \operatorname{tg} \delta, \quad (\text{III.7})$$

или же, подставив в нее значение $\operatorname{tg} \delta$ из формулы (III.6),

$$x_{i(0)} = x_1 + (x_i - x_1) \frac{h_i}{h_p}. \quad (\text{III.8})$$

Подобная же формула, выведенная А. Э. Петросяном исходя из краевых условий дренирования сближенного пласта, вошла в действующую «Временную инструкцию по прогнозу метанообильности угольных шахт СССР» [9].

Из данной зависимости следует, что для определения остаточной газоносности сближенного пласта необходимо знать его природную газоносность x_i и предельное расстояние h_p . Для определения этого параметра А. Э. Петросяном были рекомендованы эмпирические формулы, включенные в инструкцию [9].

При подработке пластов

$$h_p = N_y m'_b (1,2 + \cos \alpha), \quad (\text{III.9})$$

где N_y — коэффициент, зависящий от способа управления кровлей и структуры вмещающих пород; m'_b — вынимаемая мощность разрабатываемого пласта, м; α — угол падения пласта, градус; при наработке крутых пластов

$$h_p = N_y m'_b (1,2 - \cos \alpha), \quad (\text{III.10})$$

а при наработке пологих пластов $h_p = 35$ м.

В рассматриваемом случае (см. рис. 28) предельное расстояние h_p по средним значениям остаточной газоносности и с учетом вероятных отклонений будет составлять 58—62 м. Это подтверждает также характер изменения давления газа в пласте V, который залегаёт на расстоянии 54 м от разрабатываемого, т. е. близком к предельному.

Исходя из найденного экспериментально расстояния h_p можно обратным путем из зависимости (III.10) определить коэффициент N_y

$$N_y = \frac{h_p}{m'_b (1,2 - \cos \alpha)} = \frac{62}{3,0 (1,2 - 0,68)} = 40.$$

Отсюда можно предположить, что коэффициент N_y для Кузбасса меньше, чем для Донбасса, где принято $N_y = 60$ [9].

Для условий пологого залегания, как показали проведенные исследования, величина h_p имеет такое же значение, как и для Донбасса, т. е. $h_p = 35$ м.

Полученная зависимость для нахождения остаточной газоносности сближенных пластов позволяет определить коэффициенты их газоотдачи для условий Кузбасса (табл. 18).

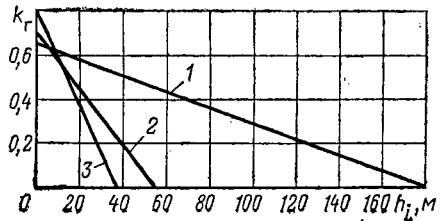
Шахта	Пласт	Расстояние до разрабатываемого пласта h_i , м	Коэффициенты газоотдачи	
			фактические	по формулам] (III.13) — (III.15)
«Чертинская»	За	40	0,50	0,56
	Пропласток	38	0,50	0,60
	»	5	0,70	0,69
	»	10	0,60	0,58
«Октябрьская»	»	7	0,60	0,64
	Инский III	124	0,20	0,22
	Инский I	44	0,50	0,54
	Польсаевский I	37	0,00	0,00
Им. Орджоникидзе	III	8	0,60	0,52
	IV	30	0,30	0,28
	V	54	0,07	0,01
	«Северная»	Волковский	13	0,69

Изменение величины коэффициента газоотдачи k_r сближенных пластов, по данным табл. 18, находится в линейной зависимости от их расстояния до разрабатываемого пласта h_i (рис. 29), которая может быть выражена в общем виде формулой

$$\frac{h_i}{a} + \frac{k_r}{b} = 1. \quad (\text{III.11})$$

Рис. 29. Зависимость коэффициентов газоотдачи от расстояния между разрабатываемым и сближенными пластами:

1 — подработка пласта при пологом залегании; 2, 3 — надработка соответственно при наклонном и пологом залегании



Обозначив $b : a = B_1$, получим зависимость для определения коэффициентов газоотдачи сближенного пласта в явной форме

$$k_r = B_1(a - h_i). \quad (\text{III.12})$$

Из формулы (III.12) были получены зависимости для расчета коэффициентов газоотдачи при разных углах залегания и мощности разрабатываемого пласта до 3,5 м (см. рис. 18—21):

при надработке соответственно пологих и наклонных пластов

$$k_r = 0,023(35 - h_i); \quad (\text{III.13})$$

$$k_r = 0,011(55 - h_i); \quad (\text{III.14})$$

при подработке пологих пластов

$$k_r = 0,004 (180 - h_i). \quad (\text{III.15})$$

В формуле (III.15) коэффициент k_r для подрабатываемых пластов определяется в зависимости от абсолютной величины мощности междупластовой толщи h_i , а не от относительной величины $h_i : m'_B$, как это рекомендуется другими авторами [41, 52]. Это объясняется тем, что в Кузбассе подработка производится в ограниченных масштабах и притом, как правило, в тех районах (Осиновском, Беловском, Ленинском), где мощности разрабатываемых пластов находятся в диапазоне, охваченном проведенными исследованиями.

Формулы (III.13)—(III.15) были выведены для значений природной газоносности 6—11 м³/т. Однако если выразить коэффициент газоотдачи зависимостью общего вида

$$k_r = \frac{x_i - x_{i(0)}}{x_i}, \quad (\text{III.16})$$

то будет видно, что при больших значениях газоносности применение этих формул может дать заниженные результаты. Поэтому на основе установленной зависимости (III.8) была построена номограмма (рис. 30) для нахождения коэффициентов газоотдачи при различных значениях природной газоносности пластов.

По номограмме для установления коэффициента газоотдачи при подработке и надработке сближенных угольных пластов при угле падения более 40° вначале определяется величина h_p для соответствующих значений мощности разрабатываемого пласта и угла залегания (1), а затем по соотношению $(h_p - h_i)/h_p$ при известной природной газоносности пласта определяется значение коэффициента газоотдачи сближенного пласта после его подработки или надработки (2). Для надрабатываемых пластов при углах залегания от 0 до 40°, для которых величина h_p принята постоянной, равной 35 м, коэффициент газоотдачи определяется сразу по соотношению $(h_p - h_i)/h_p$.

Таким образом, номограмма позволяет определять коэффициенты газоотдачи при любой природной газоносности сближенных пластов угля.

Установленные экспериментально параметры и выведенные эмпирические зависимости для их определения позволили рекомендовать расчет газообильности горных выработок, обусловленной выделением газа из сближенных пластов, по формулам, аналогичным приведенным в инструкции [9], но с уточненными параметрами.

При первичной подработке или надработке

$$q_{ic} = \frac{m_i}{m_B} (x_i - x_1) \left(1 - \frac{h_i}{h_p} \right), \quad (\text{III.17})$$

где q_{ic} — относительная газообильность, обусловленная выделением метана из каждого сближенного пласта, $\text{м}^3/\text{т}$; i — порядковый номер сближенного пласта; m_i — полезная мощность сближенного пласта, м ; m_b — вынимаемая полезная мощность разрабаты-

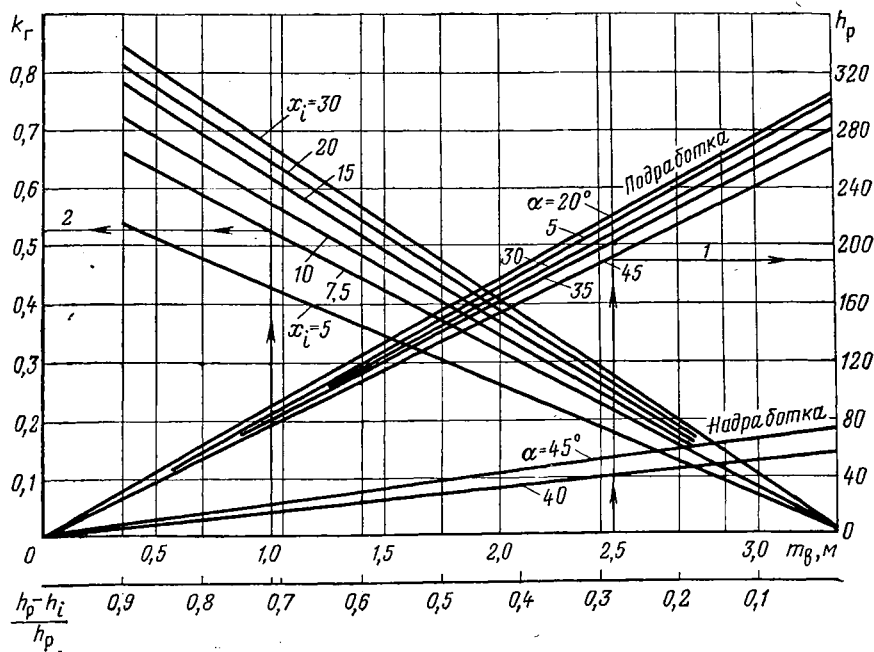


Рис. 30. Номограмма для определения коэффициентов газоотдачи сближенных угольных пластов при подработке и надработке

ваемого пласта или слоя, м ; x_i — остаточная газоносность добываемого угля, $\text{м}^3/\text{т}$ (см. § 5).

При повторной надработке или подработке

$$q_{ic} = \frac{m_i}{m_b} (x_{i(0)} - x_1) \left(1 - \frac{h_i}{h_p} \right), \quad (\text{III.18})$$

где m_b — вынимаемая полезная мощность очередного разрабатываемого пласта или слоя, м ; h_p — то же, что и h_p , применительно к вынимаемой мощности m_b , м .

Остаточная газоносность сближенного пласта после первичной надработки или подработки $x_{i(0)}$ определяется по формуле (III.8).

В случае применения в условиях Кузбасса других методов (например, метода В. И. Михайлова [41] или Г. Д. Лидина [38]) следует коэффициент газоотдачи k_r определять по номограмме (см. рис. 30), а остаточную газоносность сближенных пластов после подработки или надработки — по уравнению (III.8).

Глава IV

НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ

§ 9. НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ ПРИ ОБЫЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ УГЛЯ

Выбор принципа определения показателя неравномерности. Количество газа, выделяющегося в горные выработки угольных шахт, даже в течение короткого промежутка времени подвержено значительным колебаниям. Поэтому для обеспечения безопасных условий работы недостаточно знать среднюю величину абсолютного газовыделения. В действующие выработки должно подаваться такое количество воздуха, которое обеспечивает снижение концентрации метана до предусмотренных Правилами безопасности норм не только при среднем, но и при максимально возможном уровне газовыделения.

Колебания газовыделения в шахтах подразделяются на обычные и аномальные (необычные). К обычным относятся периодические колебания, обусловленные постоянно изменяющимися природными и горнотехническими факторами (изменение природной газоносности пластов по простиранию и падению, чередование производственных процессов, переменная производительность выемочных машин, проявления горного давления и др.); размах амплитуды таких колебаний не превышает определенных пределов. К аномальным относятся сосредоточенные во времени изменения газовыделения, превышающие верхний предел обычных колебаний при установившемся технологическом режиме; в результате таких явлений может возникнуть аварийная обстановка на участках. Аномальные колебания вызываются, в частности, обрушением кровли, зависшей на большой площади над выработанным пространством, землетрясениями, внезапными выбросами угля и газа или высыпаниями больших количеств угля, резким падением барометрического давления. Каждый случай такого выделения газа (кроме внезапных выбросов) представляет собой разовое, сравнительно редкое явление и имеет, в зависимости от вызвавших его

причин, свои индивидуальные отличительные особенности; ввиду этого их систематизация и выявление общей закономерности затруднительны. Предметом дальнейшего изложения является неравномерность метановыделения, связанная только с обычными колебаниями газовыделения.

В горном деле за показатель, характеризующий в количественном выражении диапазон колебаний газовыделения, принят коэффициент неравномерности газовыделения, определяемый в общем случае из соотношения

$$k_{\text{н}} = \frac{J_{\text{max}}}{J}, \quad (\text{IV.1})$$

где J_{max} — максимальная (фактическая или ожидаемая) абсолютная газообильность объекта¹, м³/мин; J — средняя абсолютная газообильность объекта, м³/мин.

Общепризнанного метода определения коэффициентов неравномерности газовыделения до настоящего времени не имеется. Методы, применявшиеся различными исследователями, существенно отличаются один от другого. Это обуславливает несопоставимость результатов и вызывает затруднения в практическом использовании их при инженерных расчетах.

Можно выделить четыре направления в разработке методов определения коэффициентов неравномерности газовыделения.

Согласно первому из направлений коэффициент неравномерности газовыделения определяется по формуле (IV.1), в которой за числитель принимается наибольшее фактическое газовыделение, установленное наблюдениями за определенный промежуток времени (сутки, производственный цикл, период газовой съёмки, месяц, квартал, год), а за знаменатель — среднеарифметическое газовыделение из всех наблюдений за то же время [26]. Это направление, несмотря на то что оно полностью соответствует понятию коэффициента неравномерности как отношения максимальной величины к средней, все же не лишено существенных недостатков. Главный из них заключается в том, что максимальное газовыделение, устанавливаемое прямыми замерами, является из-за случайного характера колебаний газообильности нестабильной величиной: оно существенным образом зависит от числа наблюдений и от времени их проведения.

Второе направление характеризует коэффициент неравномерности как отношение среднего газовыделения в период производственных процессов, способствующих наиболее интенсивному

¹ Под объектом здесь подразумевается либо отдельная горная выработка (или ее призабойная часть), либо совокупность горных выработок выемочного или подготовительного участка, крыла, шахтопласта или шахты в целом. В дальнейшем изложении материалы по неравномерности газовыделения относятся главным образом к выемочным участкам.

притоку газа в выработки (работа врубовых машин, комбайнов и др.), к среднему газовыделению за все смены [40, 63]:

$$k_{\text{н}} = \frac{J_{\text{д}}}{J}, \quad (\text{IV.2})$$

где $J_{\text{д}}$ — среднее газовыделение за смены по добыче угля, м³/мин.

Коэффициент неравномерности отображает в этом случае только варьирование среднего газовыделения, а такая величина всегда меньше, чем диапазон совокупных изменений газообильности за те же промежутки времени. По этой причине данное направление не может удовлетворить основному назначению коэффициентов неравномерности газовыделения — обеспечению постоянного соблюдения норм концентрации метана в рудничной атмосфере. К тому же такой подход к определению величины коэффициента предполагает заранее, что колебания газообильности предопределяются главным образом изменением газовыделения из забоя разрабатываемого пласта и отбитого угля. Однако наблюдения в действующих шахтах Кузбасса показали, что в значительном большинстве случаев этот источник не является определяющим; кроме того, при наличии на участке нескольких очистных забоев (при системах разработки длинными столбами по простиранию в условиях крутых и наклонных пластов, комбинированных со слоевой выемкой и т. д.) производственные процессы в них взаимно перекрываются.

Третье направление предусматривает определение коэффициента $k_{\text{н}}$ как отношения наиболее вероятного максимума газовыделения к его среднему значению за сутки или за период производственного цикла [30, 56]:

$$k_{\text{н}} = 1 + 3k_{\text{в}}, \quad (\text{IV.3})$$

где $k_{\text{в}}$ — коэффициент вариации газовыделения,

$$k_{\text{в}} = \frac{\sigma_J}{J}; \quad (\text{IV.4})$$

σ_J — среднеквадратичное отклонение отдельного значения газовыделения, определяемое методами математической статистики, м³/мин.

Согласно четвертому направлению показатель неравномерности газовыделения определяется также путем применения методов математической статистики — по уравнению (IV.3), но при этом вероятное максимальное газовыделение и его средний уровень определяются по данным наблюдений в течение нескольких суток или производственных циклов [34, 48]. Принципиальное различие между третьим и четвертым направлениями заключается в длительности наблюдений.

Следует отметить, что возможность применения уравнения (IV.3) предполагает соблюдение по крайней мере двух условий:

1) величина изучаемого признака должна изменяться случайным образом;

2) распределение значений признака должно соответствовать нормальному закону колебаний случайных величин.

Замеры газовыделения длительностью до 12—15 сут показали, что колебания его на участках во времени носят всегда случайный характер; какой-либо связи между отдельными значениями газовыделения не существует. При этом ряды его распределения как случайной величины позволили выявить закономерность ее варьирования, близкую к нормальному закону.

Сходимость эмпирических и теоретических (выравненных) частот газовыделения по каждому из участков, на которых проводились наблюдения, оценивалась критериями согласия К. Пирсона и А. Н. Колмогорова (табл. 19).

Исследования проводились на участках, разрабатывающих мощные и средней мощности пласты различными системами при разных способах выемки угля. Замеры производились через равные промежутки времени, обычно через 20—30 мин. Почти на всех участках со средним газовыделением более 3 м³/мин значения критерия Пирсона оказались больше его предельной величины (0,05); это подтверждало распределение колебаний газовыделения по нормальному закону. На участках с более низким газовыделением значения критерия были ниже, отклонения разброса данных от нормального закона — более существенными. В то же время вероятность соответствия эмпирических распределений газовыделения нормальному закону по менее жесткому критерию согласия А. Н. Колмогорова [57], как правило, составляла более 0,5. Таким образом, можно утверждать, что расхождения эмпирических частот с теоретическими находились в целом в допустимых пределах.

Результаты наблюдений в условиях разработки мощных и средней мощности пластов Кузнецкого бассейна позволяют, следовательно, сделать вывод, что размах колебаний газового дебита в исходящей вентиляционной струе участка определяется как интервал (область) значений

$$J - 3\sigma_J \leq J_i \leq J + 3\sigma_J. \quad (IV.5)$$

Среднеквадратичное отклонение может рассматриваться как основная количественная характеристика колебаний дебита газа в исходящей вентиляционной струе объекта, которая отражает совокупное влияние всех факторов, обуславливающих неравномерность газовыделения.

Как показали опыты, для определения стабильных значений коэффициентов неравномерности газовыделения достаточно проводить наблюдения в течение одной-двух смен на протяжении 6—8 сут.

Основные факторы, обуславливающие неравномерность газовыделения на участках. На размах колебаний газовыделения в

Шахта, пласт	Система разработки	Способ выемки угля	Число замеров	Фактическое значение из всех наблюдений (замеров)			Коэффициент неравномерности k_{30}	Критерии согласия	
				Средняя газобильность J , м ³ /мин	Среднеквадратичное отклонение σ_J , м ³ /мин	Коэффициент вариации k_B		Пирсона P (%)	Колмогорова P (λ)
«Северная», Кемеровский	Длинные столбы по простиранию	Отбойными молотками	308	14,70	1,67	0,11	1,33	0,6582	0,762
«Пионерка», 9	То же	Комбайном ЛГД	196	8,55	1,20	0,14	1,42	0,6354	0,724
Им. Орджоникидзе, II Западный, восточная складка	»	Буровзрывной	408	8,45	1,63	0,19	1,58	0,8008	0,893
«Северная», Кемеровский	»	То же	217	7,35	1,00	0,14	1,42	0,3617	0,798
Им. Орджоникидзе, IV Западный, Восточная складка	»	»	316	7,00	1,16	0,17	1,51	0,0553	0,861
«Северная», Кемеровский	»	»	269	6,50	1,08	0,17	1,51	0,5320	0,711
«Абашевская», 16	Сплошная	»	43	6,30	1,17	0,19	1,57	—	0,594
«Северная», Волковский	Длинные столбы по простиранию	»	258	6,00	1,10	0,19	1,57	0,2662	0,913
«Коксовая», Горелый	Щитовая	»	151	5,77	1,10	0,19	1,57	0,1091	0,987
«Абашевская», 16	Сплошная	»	87	5,70	1,01	0,18	1,54	—	0,704
«Северная», Владимирский	Длинные столбы по простиранию	»	564	4,75	1,12	0,24	1,72	0,0001	0,465
«Коксовая», Горелый	Щитовая	»	308	4,45	1,20	0,27	1,81	0,0538	0,849
«Ноградская», IV Внутренний	Наклонные слои с закладкой	»	51	3,80	0,60	0,16	1,48	—	0,583
«Чертинская», 5	Длинные столбы по простиранию	Комбайном К-52м	82	3,38	0,78	0,23	1,69	—	0,677
«Коксовая», VI Внутренний	То же	Буровзрывной	96	3,08	0,80	0,26	1,72	0,1994	0,962
«Ноградская», IV Внутренний	Наклонные слои с закладкой	То же	77	2,60	0,52	0,20	1,60	—	0,508

Шахта, пласт	Система разработки	Способ выемки угля	Число замеров	Фактическое значение из всех наблюдений (замеров)			Коэффициент неравномерности $k_{3\sigma}$	Критерии согласия	
				Средняя газообильность J , м ³ /мин	Среднеквадратичное отклонение σJ , м ³ /мин	Коэффициент вариации k_v		Пирсона P (χ^2)	Колмогорова P (λ)
«Центральная», IV Внутренний	Комбинированная с гибким перекрытием (КГП)	Буровзрывной	310	2,56	0,55	0,21	1,63	0,0113	0,584
«Усинская», III	Комбинированная с применением комплекса КТУ	»	72	2,56	0,37	0,14	1,42	—	0,790
Им. Ворошилова, Лутугинский	Щитовая	»	146	2,36	0,70	0,30	1,90	0,0558	0,739
Им. Ворошилова, Горелый	»	»	78	2,33	0,41	0,18	1,54	—	0,544
«Центральная», III Внутренний	КГП	»	57	2,21	1,00	0,45	2,35	—	0,652
«Коксовая», Горелый	Наклонные слои с закладкой	»	68	1,92	0,48	0,25	1,75	—	0,683
«Северный Маганак», Горелый	КГП	»	53	1,89	0,38	0,20	1,60	—	0,406
«Коксовая», IV Внутренний	Наклонные слои с закладкой	»	70	1,88	0,52	0,28	1,84	—	0,680
«Северный Маганак», Горелый	КГП	»	52	1,80	0,56	0,31	1,93	—	0,521
«Южная», Волковский	Наклонные слои с обрушением	»	92	1,78	0,49	0,28	1,84	—	0,737
«Северный Маганак», Горелый	КГП	»	50	1,72	0,41	0,24	1,72	—	0,491
«Коксовая», Горелый	Наклонные слои с закладкой	»	54	1,42	0,54	0,38	2,14	—	0,771
«Центральная», Горелый	КГП	»	48	1,21	0,54	0,45	2,35	—	0,358
«Центральная», Мощный	»	»	52	1,12	0,18	0,16	1,48	—	0,822
«Северный Маганак», Горелый	»	»	49	0,62	0,22	0,35	1,87	—	0,736
«Северный Маганак», IV Внутренний	»	»	46	0,39	0,21	0,54	2,62	—	0,832

выработки участков (см. табл. 19) влияют главным образом следующие факторы: природная газоносность разрабатываемого пласта, наличие сближенных пластов, порядок разработки пластов в свите, система разработки, стадия развития горных работ, производственные процессы, колебания дебита воздуха. Влияние первых трех факторов носит неявный характер и сказывается в большей степени на величине абсолютной газообильности объекта: более высокой средней газообильности участка, как видно из табл. 19, соответствуют в основном большие среднеквадратичные отклонения. В то же время значения коэффициентов вариации находятся в противоположном соотношении с величиной средней газообильности. Это можно объяснить тем, что на фоне высокого газовыделения сглаживаются даже значительные по абсолютной величине колебания, если их выразить в долях средней величины газовыделения. При небольшой же величине газовыделения на участке даже небольшие его колебания составляют значительную часть от общего дебита газа и тем самым обуславливают увеличение коэффициента вариации [29].

Зависимость среднеквадратичного отклонения от масштабов газовыделения на участках (рис. 31) аппроксимируется в изученных условиях функцией

$$\sigma_J = 0,31 J^{0,72}. \quad (IV.6)$$

Следует отметить, что подобная же эмпирическая зависимость была получена Б. А. Анненковым [1] в условиях шахт Донбасса и Караганды при разработке тонких и средней мощности пологих пластов комбайнами ЛГД, «Донбасс», К-52м, «Горняк».

Зависимость коэффициентов неравномерности от масштабов газовыделения на участках (рис. 32) с удовлетворительной для практики точностью выражается уравнением

$$k_{3\sigma} = 1 + \frac{1,02}{\sqrt[3]{J}}, \quad (IV.7)$$

где $k_{3\sigma}$ — коэффициент неравномерности газовыделения, вычисленный с надежностью 0,99.

Из производственных процессов технологического цикла на величину колебаний газовыделения на участке наибольшее влияние оказывают выемка угля и управление кровлей. Однако в условиях шахт Кузбасса их влияние, как правило, имеет подчиненный характер. В частности, для шахт Кузбасса характерно отсутствие заметного воздействия операций по выемке угля комбайнами на неравномерность газовыделения. Не оказывает значительного влияния также отбойка угля при помощи ВВ: даже при одновременном отрыве от массива сравнительно больших количеств угля (50—100 т и более) в условиях щитовой и комбинированной (КГП) систем разработки природо дебита газа в исходящей вентиляционной струе участков, как показали наблюдения, не превышал 15—20%.

Однако при использовании высокопроизводительных выемочных машин газовыделение из добытого угля может стать преобладающим по сравнению с газовыделением из других источников. В этих случаях операции по отбойке становятся основным фактором, определяющим газообильность участка.

При ведении работ по управлению кровлей (во время ее обрушения) возможен дополнительный приток газа в выработку участка из выработанного пространства. Влияние этого явления на величину колебаний газообильности установлено на одном из участков наблюдений (шахта «Северная», пласт Владимирский).

Влияние системы разработки на неравномерность газовыделения складывается из воздействия совокупности горнотехнических факторов, обуславливающих масштабы выделения метана из основных источников (разрабатываемого пласта, выработанного пространства). Так, при разработке сближенных пластов системой длинных столбов по простиранию с обрушением кровли определяющим в газовом балансе участков в период полного развития горных работ является, как правило, газовыделение из сближенных пластов, которое изменяется, в свою очередь, под воздействием пульсаций воздушной струи и перераспределения сил горного давления в выработанном пространстве. Влияние же операций по отбойке угля имеет подчиненное значение, так как для данной системы на большинстве действующих шахт бассейна характерна небольшая доля газовыделения из отбитого угля и забоя лавы. Это, однако,

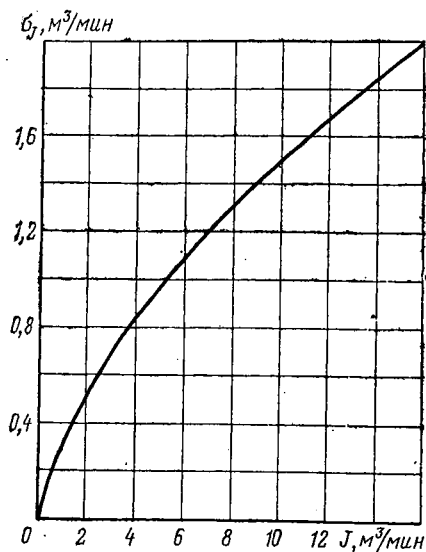


Рис. 31. Зависимость среднеквадратичного отклонения газовыделения от средней газообильности участка

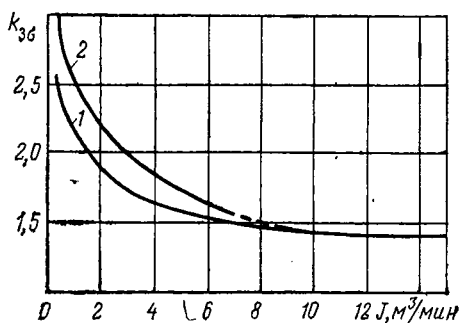


Рис. 32. Зависимость коэффициента неравномерности газовыделения от средней газообильности участка:

1 — при обычной (механической) технологии;
2 — при взрывогидравлической технологии добычи угля

не относится к очистным забоям, оборудованным высокопроизводительными комплексами, о которых было сказано выше.

При разработке мощных пластов щитовой системой преобладающее влияние на величину коэффициента неравномерности оказывает газовыделение из разрабатываемого пласта. Влияние пульсаций струи воздуха менее существенно, так как по мере перемещения щита по падению выработанное пространство изолируется перемычками, устанавливаемыми в вентиляционных сбоях.

Неравномерность газовыделения при слоевых системах разработки с обрушением кровли, в частности при комбинированной системе с гибким перекрытием, определяется в основном объемами газовыделения из разрабатываемого пласта, преимущественно из временно невынимаемого нижнего слоя в результате его разгрузки при выемке верхнего слоя.

При слоевых системах разработки с закладкой выработанного пространства неравномерность газовыделения определяется главным образом также выделением газа из временно невынимаемой толщи угля. Как показали наблюдения на шахтах Прокопьевско-Киселевского района, коэффициенты неравномерности в этих условиях в среднем на 5—10% ниже, чем при разработке пластов с обрушением кровли.

Колебания дебита воздуха на участках в существенной степени обуславливают неравномерность газовыделения в тех случаях, когда в газовом балансе участка преобладает газовыделение из выработанного пространства; это влияние связано с утечками воздуха через выработанное пространство, с которыми оттуда вымывается газ.

Количественная оценка корреляционной связи между изменением количества воздуха и газовым дебитом в исходящей вентиляционной струе участка позволила установить, что на участках, где применялись системы разработки длинными столбами по простиранию и щитовая, во время полного развития очистных работ кратковременное увеличение количества воздуха в исходящей вентиляционной струе на 40—50% сопровождалось повышением газовыделения до 30%. На таких участках коэффициент корреляции достигал 0,3—0,6. Это означает, что до 60% величины колебаний газовыделения было обусловлено неравномерностью поступления воздуха. На участках же с незначительным газовыделением из выработанного пространства (разработка одиночных пластов или применение закладки выработанного пространства) коэффициенты корреляции оказывались менее 0,3.

Колебания дебита воздуха определяют в сущности неравномерность выноса метана, скопившегося в выработанном пространстве. Ввиду того что этот дополнительный объем газа удаляется с участка вместе с вымывающим его воздухом, концентрация метана в исходящей вентиляционной струе при этом не повышается.

Неравномерность газовыделения по источникам. Для решения ряда инженерных задач необходимо знать величину максимально

возможного газовыделения не только в целом по участку, но и по отдельным основным источникам газа (разрабатываемый пласт, выработанное пространство, отбитый уголь и др.).

В процессе рассмотренных выше наблюдений учитывались только колебания суммарного дебита газа в исходящей струе. В действительности же эти колебания обусловлены изменением во времени выделения метана из различных источников, в первую очередь из разрабатываемого пласта и выработанного пространства, под действием различных, а не одних и тех же факторов.

Прямое раздельное исследование неравномерности газовыделения по источникам является весьма трудной задачей, так как во многих случаях слияние потоков газа из выработанного пространства и из разрабатываемого пласта происходит постепенно по ходу вентиляционной струи. Решить эту задачу можно косвенным путем, пользуясь материалами газовых съемок. В частности, дисперсию газовыделения из выработанного пространства (которое в первую очередь обусловлено притоком газа из сближенных пластов) можно вычислить из уравнения [48]

$$\sigma_J^2 = \sigma_{в.п}^2 + \sigma_{пл}^2, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (\text{IV.8})$$

решая его относительно искомой величины

$$\sigma_{в.п}^2 = \sigma_J^2 - \sigma_{пл}^2, \text{ м}^3/\text{мин},$$

где $\sigma_{в.п}^2 = D_{в.п}$ — дисперсия газовыделения из выработанного пространства, $\text{м}^3/\text{мин}$; $\sigma_{пл}^2 = D_{пл}$ — то же, из разрабатываемого пласта.

Чтобы проверить, действительно ли колебания газовыделения из разрабатываемого пласта и из выработанного пространства независимы друг от друга, были проведены газовые съемки в шахтах. Выбирались такие участки, которые позволяли как можно точнее разграничить объемы газовыделения из указанных источников. Разность между дисперсией по участку и суммой дисперсий по источникам ни в одном случае не превышала 0,05. Это означает, что колебания газовыделения из отдельных источников газа не зависят друг от друга. Следовательно, для определения дисперсии газовыделения из источников (при отсутствии возможности осуществить прямые замеры) вполне допустимо использовать расчетный метод, основанный на использовании формулы (IV. 8). Среднеквадратичные отклонения значений газовыделения как из разрабатываемого пласта, так и из выработанного пространства группируются около одной и той же кривой (рис. 33). Эта кривая совпадает с графиком зависимости величины σ_J от средней газообильности участка (см. рис. 31).

Отсюда следует, что коэффициенты неравномерности газовыделения, установленные для участка в целом и зависящие от его средней абсолютной газообильности, применимы также по отношению к среднему газовыделению из отдельно взятых основных источников — разрабатываемого пласта и выработанного пространства.

Был изменен только интервал между отдельными замерами: для выявления фактического колебания газовыделения во время проветривания забоев (после взрывания шпуровых зарядов) и смыва угля он составлял 1—2 мин, а во время прочих операций — 10—20 мин.

В период наблюдений исследовались колебания количества газа в исходящих струях как отдельных забоев, так и участка в целом.

Наблюдениями, проведенными на исходящих вентиляционных струях гидроучастков в период их подготовки и на различных стадиях отработки (табл. 20), установлено, что при разработке пластов системами подэтажной гидроотбойки (шахта «Коксовая», пласт Мощный), щитовой (гидрошахта «Красногорская», пласт IV Внутренний) и длинными столбами по простиранию (там же, пласт Проводник IV Внутреннего) распределение наблюдаемых значений абсолютной газообильности, как правило, достаточно близко к нормальному закону. При этом величина критерия согласия К. Пирсона изменялась в диапазоне от 0,0464 до 0,1786, а вероятность соответствия по критерию согласия А. Н. Колмогорова достигала величин 0,624—0,983.

Установление нормального закона распределения абсолютной газообильности дает возможность сделать заключение о применимости формулы (IV.3) для гидроучастков. При этом достаточно представительным и надежным показателем неравномерности газовыделения является коэффициент, рассчитанный на основании наблюдений за 6—8 дней.

По данным наблюдений на гидроучастках шахт «Красногорская» и «Коксовая», с ростом средней газообильности гидроучастка неравномерность газовыделения закономерно убывает. В то же время в литературе имеются сведения [58] об отсутствии тесной корреляционной связи между этими двумя параметрами.

Из табл. 20 следует, что при одной и той же средней газообильности гидроучастка коэффициенты неравномерности газовыделения могут иметь разные значения. И наоборот, количественно один и тот же коэффициент может соответствовать разным величинам средней газообильности. Разброс значений коэффициентов $k_{3\sigma}$ при одной и той же средней газообильности обусловлен не отсутствием взаимосвязи между этими параметрами, а главным образом тем, что их истинные значения могут отклоняться от величин, найденных по ограниченному числу наблюдений в пределах доверительных границ.

Принимая во внимание изложенное, зависимость коэффициентов неравномерности газовыделения от средней газообильности гидроучастков построена по максимальным величинам коэффициентов с учетом доверительных границ обоих параметров (см. рис. 32). Такой принцип построения графика позволяет обеспечить высокую надежность (0,99) и представительность коэффициентов.

Шахта, пласт	Число замеров	Средняя газообильность J , м ³ /мин	Среднеквадратичное отклонение σ , м ³ /мин	Коэффициент вариации k_v	Коэффициент неравномерности газовыделения $k_{3\sigma}$	Среднеквадратичная ошибка m_k значений коэффициента неравномерности газовыделения	Доверительные границы J при надежности 0,95		Доверительные границы σ при надежности 0,95		Критерии согласия	
							нижняя	верхняя	нижняя	верхняя	Пирсона $P(\chi^2)$	Колмогорова $P(k)$
«Коксовая», Мощный	190	3,23	1,07	0,33	1,99	0,024	3,03	3,43	1,01	1,13	0,1018	0,807
	129	5,05	1,61	0,32	1,96	0,126	4,44	5,66	1,18	2,04	0,1453	0,832
	155	6,40	1,22	0,19	1,58	0,057	6,08	6,72	1,00	1,44	0,1237	0,846
	260	7,20	1,19	0,17	1,51	0,048	6,90	7,50	0,97	1,41	0,1786	0,853
«Красногорская», IV Внутренний	184	2,16	0,43	0,20	1,60	0,048	2,06	2,26	0,35	0,51	0,0925	0,892
	169	2,42	0,42	0,17	1,52	0,045	2,32	2,52	0,34	0,50	0,1021	0,694
	154	1,70	0,56	0,33	1,99	0,063	1,60	1,80	0,51	0,61	0,0977	0,983
	147	2,94	0,80	0,27	1,81	0,048	2,80	3,08	0,70	0,90	0,0831	0,864
	52	2,63	0,55	0,21	1,63	0,038	2,48	2,78	0,43	0,67	—	0,729
	48	2,53	0,90	0,36	2,08	0,123	2,27	2,79	0,72	1,08	—	0,914
«Красногорская», Проводник IV Внутреннего	40	2,13	0,44	0,20	1,60	0,048	1,99	2,27	0,34	0,54	—	0,628
	39	2,40	0,43	0,18	1,54	0,061	2,26	2,54	0,33	0,53	—	0,624
	97	1,73	0,57	0,33	1,99	0,078	1,61	1,85	0,49	0,65	—	0,682
	69	2,49	0,67	0,27	1,82	0,075	2,33	2,65	0,55	0,79	—	0,738
«Красногорская», VI Внутренний	103	0,42	0,26	0,63	2,89	0,177	0,36	0,48	0,22	0,30	0,0464	0,784
	137	0,80	0,42	0,52	2,56	0,117	0,72	0,88	0,36	0,48	0,0681	0,812

Как видно из рис. 32, на гидроучастках коэффициенты неравномерности газовыделения выше, чем на участках с механической технологией, но с ростом газообильности разница эта сокращается. Так, при газообильности до 4 м³/мин $k_{3\sigma}$ на гидроучастках в среднем на 30% выше, чем на участках с обычной технологией, а в диапазоне от 4 до 6 м³/мин — на 15%. При газообильности свыше 8 м³/мин коэффициенты неравномерности газовыделения на участках с обычной и гидравлической технологией угледобычи будут практически одинаковыми.

На величину колебаний газовыделения в выработки гидроучастков влияют в основном те же факторы, что и при обычной технологии, и, кроме того, количество угля, одновременно отторгаемого от массива, степень его измельчения и температура воды, поступающей из гидромониторов.

В некоторых случаях непосредственное влияние на неравномерность выделения метана оказывают элементы системы разработки, например место установки гидромонитора при щитовой системе: если он находится под щитом, то пики газовыделения во время смыва угля значительно выше, чем при установке его на аккумулярующем штреке.

При гидродобыче значительно большее влияние на неравномерность газовыделения, чем при механической технологии, оказывают производственные процессы. Везде, где проводились наблюдения, дебит газа в исходящей струе участка в период смыва отбитого угля был на 10—30% выше, чем в период ведения взрывных работ — операции, в течение которой на участках с механической технологией обычно наблюдается повышенный приток газа в выработки. По сравнению со средней газообильностью гидроучастков газовыделение во время смыва угля возрастает до 2,5—3 раз, причем коэффициент неравномерности газовыделения достигает наиболее высоких значений при абсолютной газообильности не более 1 м³/мин.

Эмпирическая формула, полученная путем математической обработки результатов наблюдений, приведенных в табл. 20,

$$k_{3\sigma} = 1 + \frac{1,02}{\sqrt[3]{J}} + 0,7e^{-0,31J} \quad (\text{IV.9})$$

удовлетворительно отображает как физическую, так и количественную сторону связи между коэффициентом $k_{3\sigma}$ и абсолютной газообильностью гидроучастка. От формулы (IV.7) для участков с механической технологией она отличается дополнительным слагаемым в правой части, которое количественно определяет одну из особенностей газовыделения на участках гидродобычи — дополнительный прирост его во время смыва угля. Из уравнения (IV.9) видно, что с ростом общего газовыделения влияние производственных процессов (смыва угля) снижается.

§ 11. ДИНАМИКА АБСОЛЮТНОЙ ГАЗООБИЛЬНОСТИ УЧАСТКА ЗА ПЕРИОД ОТРАБОТКИ ВЫЕМОЧНОГО ПОЛЯ

Наблюдения, проведенные на различных стадиях отработки выемочных полей, показывают, что абсолютная газообильность участка изменяется с подвиганием фронта очистных работ. Поэтому для организации проветривания действующих горных выработок или для расчета вентиляции проектируемых шахт необходимо знать не только неравномерность газовыделения, но и динамику газообильности выемочного участка за период его отработки.

Для решения этого вопроса были проанализированы материалы по газообильности 23 выемочных полей; из них 14 обрабатывалось взрывогидравлическим и 9 — обычным (механическим) способом. При выборе участков исходили из требования, чтобы исходящая вентиляционная струя не смешивалась с исходящей струей смежного выемочного поля. Данные газообильности анализировались по результатам газовых съемок, определений категоричности и декадных замеров за все время от начала до окончания очистной выемки; период подготовки участка перед началом очистных работ, как правило, во внимание не принимался.

В результате анализа выявлено, что по мере отработки выемочного поля содержание газа в исходящей воздушной струе участка вначале возрастает, затем снижается (рис. 34). В условиях систем разработки длинными столбами по простиранию и щитовой наибольшая абсолютная газообильность обычно соответствовала стадии полного развития работ, когда газовыделение из выработанного пространства приближалось к максимальному. При системе подэтажной гидроотбойки газообильность достигала верхнего предела при отработке III—V подэтажей, что также отвечает периоду наиболее высокого газовыделения из выработанного пространства.

Закономерность увеличения газообильности в начальный период отработки участка объясняется, таким образом, динамикой газовыделения из выработанного пространства в результате разгрузки сближенных пластов от горного давления, которая происходит вначале по параболической кривой, затем стабилизируется [49]. Последующий спад связан с дренированием обрабатываемого угольного массива подготовительными выработками и сокращением его размеров: газовыделение из пласта в связи с этим снижается, в то время как выделение газа из выработанного пространства остается неизменным.

На рис. 34 сглаживающая кривая, которая отображает динамику текущей средней газообильности участка, может быть выражена уравнением

$$J_t = f\bar{J} - \frac{1}{4n_p\bar{J}(f-1)} \left(t - \frac{T_{от}}{2} \right)^2, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (\text{IV.10})$$

где f — коэффициент, равный отношению

$$f = \frac{J_{t(\max)}}{\bar{J}} \quad (\text{IV.11})$$

$J_{t(\max)}$ — наибольшее значение текущей средней газообильности, м³/мин; \bar{J} — средняя абсолютная газообильность участка за период отработки выемочного поля, м³/мин; вычисляется как среднеинтегральная величина газообильности за период отработки участка или же из средней относительной газообильности участка, определяемой прогнозом; n_J — эмпирический коэффициент, (мес·мин²)/м⁶;

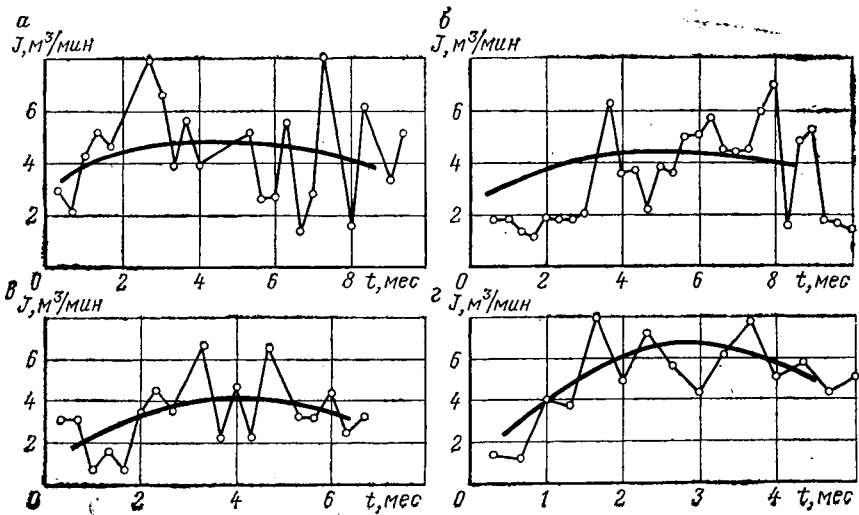


Рис. 34. Изменение газообильности участков по мере отработки выемочных полей на гор. +85 м шахты им. Орджоникидзе:

а, в — Восточная складка, пласт II Западный; б — пласт III Западный; г — Буткевская складка, пласт IV Западный

t — текущее время от начала ведения очистных работ, мес;
 $T_{\text{от}}$ — продолжительность отработки выемочного поля, мес.

Значения коэффициента n_J при различных величинах газообильности участка составляют:

J	До 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	и выше
n_J	80	65	40	30	22	16	12	8	5	3,5	3	2	1	

Средний коэффициент f в условиях изученных выемочных полей с механической технологией добычи угля составил 1,12; в условиях гидравлической технологии — 1,22.

Из приведенных данных явствует, что исходный параметр для ежеквартальных расчетов вентиляции по газовому фактору — абсолютная газообильность участка J_p не остается постоянной:

$$J_p = k_{3\sigma} J_t, \text{ м}^3/\text{мин}. \quad (\text{IV.12})$$

Следовательно, пропускная способность вентиляционной сети (сечение выработок) должна определяться с учетом газообильности участка, ожидаемой на период полного развития горных работ.

Максимально возможная газообильность участка за все время его отработки, по величине которой должна устанавливаться пропускная способность вентиляционной сети, вычисляется по формуле

$$J_{\max} = k_n \bar{J}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (\text{IV.13})$$

где k_n — коэффициент неравномерности газовыделения при определении ожидаемой максимальной газообильности участка,

$$k_n = f k_{3\sigma}. \quad (\text{IV.14})$$

Физическая сущность коэффициента неравномерности газовыделения k_n применительно к проектируемым шахтам заключается в следующем.

Истинное газовыделение колеблется в пределах $\pm 3\sigma_J$ (где σ_J — среднеквадратичное отклонение от величины текущей средней газообильности), изображенных штриховкой на рис. 35. Следовательно, искомое значение максимально возможной газообильности (точка А на рис. 35) определится из выражения

$$J_{\max} = k_{3\sigma} J_{t(\max)}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (\text{IV.15})$$

в котором величина коэффициента $k_{3\sigma}$ соответствует газообильности $J_{t(\max)}$.

Средняя газообильность \bar{J} , определяемая прогнозом, в соответствии с соотношением (IV.11) связана с искомой величиной зависимостью

$$J_{\max} = \bar{J} f k_{3\sigma}, \quad (\text{IV.16})$$

т. е. зависимостью (IV.13).

Следовательно,

$$q'_{\max} = k_n q, \quad (\text{IV.17})$$

где q'_{\max} — относительная газообильность, соответствующая максимальному пределу колебаний газового дебита за период отработки выемочного поля; q — средняя относительная газообильность горных выработок.

При прогнозе газообильности проектируемых шахт более удобно пользоваться значениями коэффициентов неравномерности газовыделения, выраженными в зависимости от среднесуточной производительности участков и их газообильности, отнесенной к 1 т добытого угля. Величины таких коэффициентов, учитывающих также изменение газообильности по мере отработки участка, приведены в табл. 21.

Средняя относительная газообильность q , $\text{м}^3/\text{т}$	Значения коэффициента неравномерности газовыделения k_H при суточной добыче, т			
	до 400	401—600	601—900	свыше 900
До 10	$\frac{2,1}{2,8}$	$\frac{1,9}{2,5}$	$\frac{1,8}{2,2}$	$\frac{1,7}{1,9}$
	$\frac{2,0}{2,6}$	$\frac{1,8}{2,3}$	$\frac{1,6}{2,0}$	$\frac{1,6}{1,8}$
10—20	$\frac{1,8}{2,3}$	$\frac{1,6}{2,0}$	$\frac{1,5}{1,9}$	$\frac{1,5}{1,8}$
	$\frac{1,8}{2,1}$	$\frac{1,5}{1,9}$	$\frac{1,5}{1,8}$	$\frac{1,5}{1,8}$
30—40	$\frac{1,6}{1,9}$	$\frac{1,5}{1,8}$	$\frac{1,5}{1,8}$	$\frac{1,5}{1,8}$
	$\frac{1,5}{1,8}$	$\frac{1,5}{1,8}$	$\frac{1,5}{1,8}$	$\frac{1,5}{1,8}$
Свыше 50	$\frac{1,5}{1,8}$	$\frac{1,5}{1,8}$	$\frac{1,5}{1,8}$	$\frac{1,5}{1,8}$

Примечание. В числителе приведены значения коэффициента при механической технологии добычи угля, в знаменателе—при взрывогидравлической технологии.

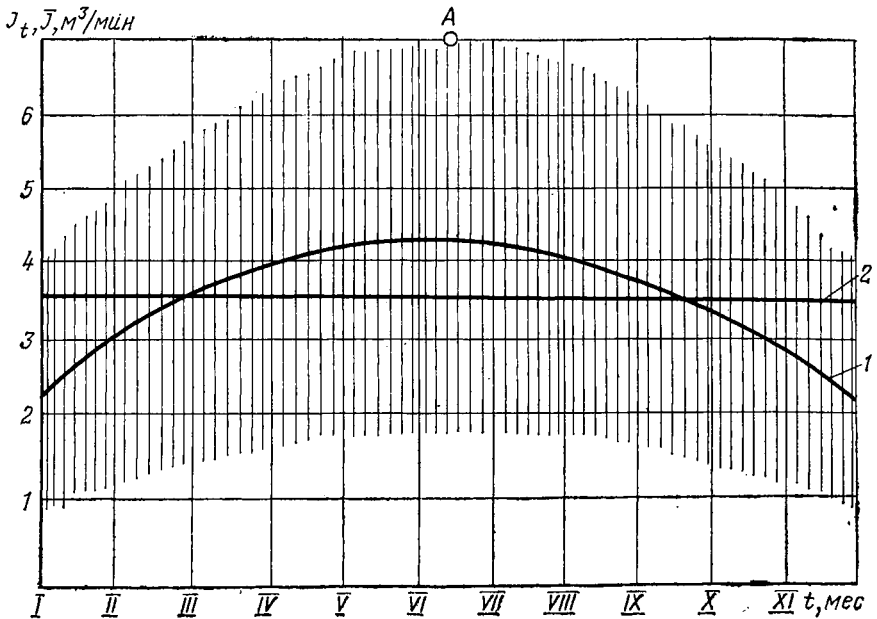


Рис. 35. Схема к определению величины коэффициента неравномерности газовыделения применительно к прогнозу газообильности:

1 — изменение текущей средней газообильности участка; 2 — средняя газообильность участка за период отработки выемочного поля; A — максимально возможная газообильность за период отработки выемочного поля

Глава V

ПРОГНОЗ ГАЗООБИЛЬНОСТИ ШАХТ КУЗБАССА

§ 12. МЕТОДЫ ПРОГНОЗА ГАЗООБИЛЬНОСТИ ШАХТ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В БАССЕЙНЕ

Основным общесоюзным нормативным документом для расчета ожидаемой газообильности горных выработок проектируемых шахт является «Временная инструкция по прогнозу метанообильности угольных шахт СССР», утвержденная в 1964 г. Инструкцией предусматривается применение двух методов прогноза: горностатистического и прогноза по газоносности угольных пластов, определяемой при ведении геологоразведочных работ.

Горностатистический метод основан на прямолинейной экстраполяции роста газообильности с глубиной в соответствии с закономерностью, установленной в пределах действующих горизонтов. Для получения надежных результатов прогноза необходимо наличие следующих условий:

1) проектируемой (если готовится углубка) или соседней шахтой должно быть к моменту составления прогноза полностью отработано два горизонта в метановой зоне или же должна быть известна глубина зоны деметанизации по всем пластам, а ниже ее должен быть отработан один горизонт;

2) проектируемый горизонт должен быть расположен не глубже 200 м по вертикали от нижней границы отработанных горизонтов той же или соседней с ней (по простиранию) шахты;

3) горнотехнические (порядок отработки пластов, система разработки, способ управления кровлей и т. д.) и геологические (стратиграфия пластов, тектоника) условия отработанных и проектируемого горизонтов должны быть аналогичными;

4) должны иметься данные о газообильности горных выработок отработанных горизонтов; в том числе материалы по установлению категорийности шахт, результаты декадных плановых замеров, выполняемых в соответствии с требованиями ПБ, а также результаты газовых съемок (если таковые проводились).

При составлении прогнозов газообильности шахт Кузбасса в большинстве случаев не было возможности строго выполнять перечисленные условия, особенно 3-е и 4-е. Многие шахтные поля сильно разбиты дизъюнктивными и пликативными нарушениями, так что выделять отдельные пояса по простиранию для самостоятельного прогноза по каждому из них можно было только по наиболее крупным структурам. В связи с развитием технологии добычи угля изменялись горнотехнические условия, влияние которых на изменение газообильности не было изучено в достаточной степени. Наиболее же существенное отступление от требований заключалось, как правило, в отсутствии достаточного количества исходных материалов по фактической газообильности горных выработок. На многих шахтах, иногда даже номинально сверхкатегорных, накопилось вообще еще слишком мало данных о газопроявлениях. Если данные имелись не по всем пластам, намечаемым проектом к отработке, то приходилось прибегать к аналогии (иногда весьма условной) и различным допущениям.

При использовании метода прогноза по газоносности угольных пластов решающей предпосылкой для обеспечения надежности результатов является достаточное количество и качество исходных материалов. Оно регламентируется требованиями «Временной инструкции по определению и прогнозу газоносности (метаносности) угольных пластов при проведении геологоразведочных работ» в зависимости от стадии разведки. В частности, по детально разведанным участкам должны приводиться в отчетах сведения об изменении качественного состава газов и газоносности пластов по мере увеличения глубины, общая характеристика влияния основных геологических факторов на распределение газа и прогнозная оценка газоносности разведанного месторождения; в качестве графических приложений — графики изменения газоносности угольных пластов с глубиной (рис. 36), а также схемы или карты и разрезы с нанесением границы зоны метановых газов и, по возможности, линий равной природной газоносности угольных пластов — изогаз [8].

Большие затруднения возникали при составлении прогнозов газообильности шахт на полях, разведанных до ввода в действие инструкции [8]. Ранее применявшаяся в Кузбассе бассейновая инструкция¹ хотя и содержала конкретные требования в отношении объемов опробования и оформления результатов, в частности предусматривала составление карт прогноза газоносности угольных пластов (рис. 37), однако не являлась обязательным нормативным документом, вследствие чего материалы опробования пластов угля на газоносность оказывались неполными. В отдельных

¹ Ефремов К. А., Бархатова В. И., Сендерзон Э. М., Дорошкевич Н. В. Инструкция по определению газоносности углей и составлению карт прогноза газоносности угольных пластов при разведке шахтных полей. Кемерово, ЦБТИ Кемеровского совнархоза, 1961.

случаях из-за отсутствия данных проводилась специальная доразведка на газоносность ранее разведанных шахтных полей.

Перечисленные причины не позволяли во многих случаях применять предусмотренные «Временной инструкцией по прогнозу метанообильности угольных шахт СССР» методы в неизменном виде. В то же время ввиду

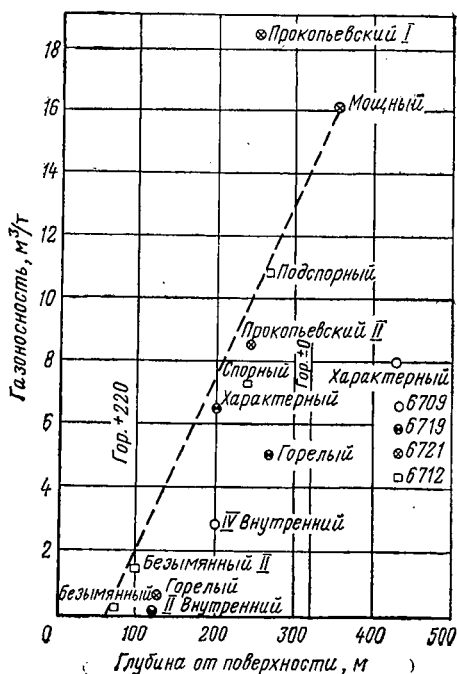


Рис. 36. Изменение газоносности пластов с глубиной (шахта «Тырганская», восточное крыло I синклинали, разведочная линия I—II): 6709, 6719 и т. д. — номера разведочных скважин

ности пластов Донбасса. Для угольных бассейнов с преобладанием мощных пластов и сложным геологическим строением инструкцией рекомендовано производить уточнение параметров по данным соответствующих научно-исследовательских институтов [9].

Таким образом были уточнены, например, значения остаточной газоносности угля, выдаваемого из шахты, по материалам исследований более 300 проб угля, отобранных с кромки очистных и подготовительных забоев, а также из вагонеток в околоствольных дворах на действующих горизонтах шахт во всех геологопромышленных районах Кузбасса. При этом сделан вывод, что газоемкость угля при давлении газа 1 кгс/см² не является пределом его воз-

можного разнообразия и сложности горно-геологических условий не представилось возможным разработать для Кузбасса единый расчетный метод прогноза, как это сделал МакНИИ для донецких шахт [41]. Практикой был выработан ряд модификаций упомянутых выше методов в зависимости от обеспеченности шахт бассейна исходными данными (табл. 22). Отдельные характерные примеры применительно к конкретным шахтам рассмотрены ниже.

Недостатки присущи также и методике перехода от природной газоносности угольных пластов x к ожидаемой газообильности горных выработок. Большая часть параметров и коэффициентов «Временной инструкции по прогнозу метанообильности угольных шахт СССР» принята на основе опыта работ для условий тонких и средней мощ-

Типовые случаи	Исходные материалы для прогноза газообильности шахты			Применяемый метод прогноза газообильности шахт или модификация методики
	Данные газоносности угольных пластов		Данные газообильности горных выработок	
	в виде карт прогноза газоносности	в недостаточном объеме для составления карт		
I	По всем основным рабочим пластам угля	—	Отсутствуют или использованы при составлении карт	По данным газоносности угольных пластов
II	По отдельным пластам угля	По остальным угольным пластам	Отсутствуют или не могут быть использованы из-за малочисленности или несопоставимости	По данным газоносности угольных пластов, пополненным на основе имеющихся материалов опробования с учетом геологических условий
III	—	По всем опробованным пластам	То же	То же
IV	—	Имеются или отсутствуют	Имеются в достаточном количестве	Горностатистический
Va, Vб	—	Имеются	Имеются в недостаточном количестве	Комбинированные: а) с параллельным применением обоих методов прогноза; б) путем совместного использования данных газоносности пластов и газообильности горных выработок
VIa, VIб	—	Отсутствуют	То же	Горностатистический: а) с использованием элементов аналогии; б) с допущениями
VII	—	»	Отсутствуют	Экспертный прогноз

можной дегазации в шахте, так как фактическая газоносность многих проб оказалась ниже этой величины (рис. 38) [22].

Газообильность подготовительных выработок, обусловленная выделением метана с обнаженных угольных поверхностей, определялась, как правило, по формуле, частично видоизмененной по

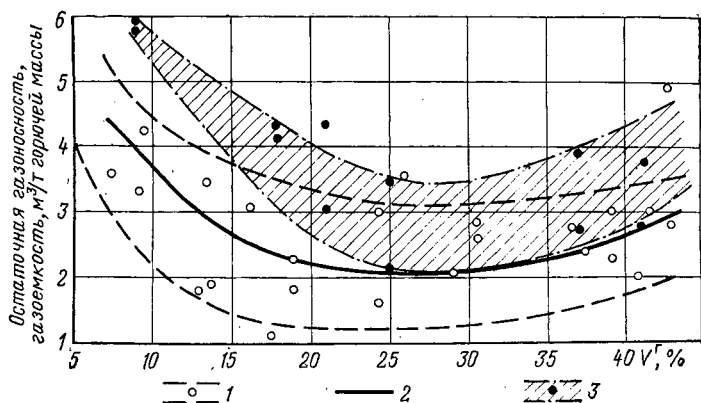


Рис. 38. Сопоставление газоемкости углей Кузбасса при атмосферном давлении с остаточной газоносностью добываемого угля: 1 — остаточная газоносность по данным наблюдений; 2 — то же, средняя; 3 — газоемкость углей при давлении 1 кгс/см² и температуре 15° С

сравнению с приведенной в инструкции [9] в соответствии с результатами исследований А. А. Мясникова [44, 45],

$$J_1 = 4m_{\text{п}}vzQ_0 \sqrt{\frac{L}{v}}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (\text{V.1})$$

где $m_{\text{п}}$ — полная суммарная мощность угольных пачек разрабатываемого пласта, м; v — скорость проведения подготовительной выработки, м/сут; z — размерный коэффициент, $\sqrt{\text{сут}}$; Q_0 — показатель, характеризующий начальную интенсивность выделения метана, м³/(м² · сут); L — длина подготовительной выработки, м.

Показатель Q_0 определялся в большинстве случаев практически, так как формула (26) из инструкции [9] не всегда дает правильные результаты, особенно для углей с высоким процентом выхода летучих веществ. Более надежной в условиях разрабатываемых горизонтов Кузбасса является формула [14, 24].

$$Q_0 = 0,06a_1\gamma(x - x_1)^2, \quad (\text{V.2})$$

где a_1 — размерный коэффициент, зависящий от природной газоносности и степени метаморфизма угля и определяемый по табл. 23, т/(м² · сут).

Природная газонасыщенность угля, м ³ /т	Значения размерного коэффициента α_1 , т/(м ² ·сут), при выходе летучих веществ V^r , %					
	2—8	8—12	12—18	18—26	26—35	более 35
5	—	—	0,13	0,25	0,52	0,64
10	0,38	0,55	0,62	0,66	0,82	0,87
15	0,61	0,72	0,76	0,78	0,89	0,92
20	0,72	0,80	0,82	0,84	0,92	0,94
25	0,78	0,84	0,86	0,87	0,94	0,95
30	0,82	0,87	0,89	0,90	0,95	0,96

Для преобладающей в бассейне разработки со сложной сетью подготовительных выработок неприемлем геометрический принцип определения коэффициента потерь, предусмотренный инструкцией. Его заменяет коэффициент $k_{п}$, учитывающий процент суммарных эксплуатационных потерь угля P_y , определяемый по проекту или по маркшейдерским данным,

$$k_{п} = 1 + \frac{P_y}{100} \quad (V.3)$$

Дренирование очистного массива подготовительными выработками учитывалось коэффициентом, при определении которого основным параметром являлась не величина так называемого условного пояса дренирования в зависимости от выхода летучих веществ [9], а полная глубина зоны газового дренажа α_1 (см. § 3 настоящей работы). Методика определения коэффициента дренирования пласта подготовительными выработками имеет некоторые различия в зависимости от применяемой системы разработки.

Последующие исследования показали, что наиболее надежным является определение этого коэффициента как отношения общего количества газа $\Sigma Q_{п.в}$, м³, выделившегося в пределах шахтопласта или выемочного поля в обособленно проветриваемые подготовительные выработки, к общим запасам газа в пласте ΣQ_0 , м³ в этих же границах:

$$k_d = 1 - \frac{\Sigma Q_{п.в}}{\Sigma Q_0} \quad (V.4)$$

или в окончательном виде

$$k_d = 1 - \frac{q_{п.в}}{xk_{п}} \quad (V.5)$$

где $q_{п.в}$ — газообильность подготовительных выработок с обособленным проветриванием, отнесенная к добыче угля с шахтопласта, м³/т.

Конечным результатом прогноза по общесоюзной инструкции является величина относительной газообильности горных выработок. Под этим термином подразумевается отношение количества выделившегося метана за длительный промежуток времени—в данном случае за период отработки выемочного поля или крыла шахтопласта — к добыче угля за тот же период, т. е.

$$q = \frac{\Sigma Q}{\Sigma A}, \text{ м}^3/\text{т.} \quad (\text{V.6})$$

Данная величина является стабильным показателем, характеризующим степень газоопасности выработок шахтопласта [51]. В отличие от относительной газообильности горных выработок в производственно-техническом понимании, т. е. газообильности участков, шахтопластов, крыльев и шахты в целом, которая определялась в соответствии с действовавшей до последнего времени «Инструкцией по определению газообильности шахт по метану и углекислому газу и установлению категорий шахт по метану», она не подвержена колебаниям в зависимости от размеров месячной добычи участков, даже если в газовом балансе преобладают источники, не зависящие от добычи. В то же время по сравнению с абсолютной газообильностью (выражаемой в м³/мин или м³/сут), которую некоторые авторы [46] считают наиболее надежным показателем, она имеет существенные преимущества; величина q характеризует газоопасность участков шахт вне зависимости от горнотехнических параметров, в то время как абсолютная газообильность зависит от этих параметров и поэтому, например, в одинаковых природных условиях из двух лав разной длины более длинная оказывается более газоопасной, кроме того, только относительная газообильность позволяет установить закономерность изменения газоопасности по падению и простиранию пластов.

Однако безопасные условия труда в шахтах, опасных по газу, как было показано в главе IV, могут быть обеспечены лишь в том случае, если учитывается не только средняя величина газообильности, но и верхний предел возможных колебаний газовыделения. В действующих шахтах применительно к абсолютной газообильности горных выработок, как указывалось, этот предел определяется из выражения (IV.13).

В относительных единицах он может быть выражен как газообильность в производственно-техническом понимании, количественно соответствующая максимально возможной абсолютной газообильности выработок, определяемой из выражения (IV.17).

Прогнозы газообильности шахт Кузбасса составлены по двум показателям: по средней относительной газообильности горных выработок q и по максимальному пределу возможных колебаний газовыделения, выраженному в той же размерности (максимальной относительной газообильности) — q'_{max} . Первая величина является основой для инженерных расчетов, вторая — для оценки

степени опасности (категории) шахты по газу и темпов роста ее с глубиной.

При составлении прогнозов применялись значения коэффициентов неравномерности газовыделения, приведенные в табл. 21.

§ 13. ПРОГНОЗ ГАЗООБИЛЬНОСТИ ШАХТ В РАЙОНАХ БАЛАХОНСКОЙ СЕРИИ

Материалы по прогнозу ожидаемой газообильности шахт изложены по геолого-экономическим районам. По Прокопьевско-Киселевскому району, в котором сосредоточена почти треть всех шахт бассейна, произведена дополнительная группировка шахт по тектоническим структурам. В каждом случае приводятся краткие данные о геологическом строении, необходимые для общих представлений о геологогазовой обстановке, а также сведения о шахтах района. В частности, указывается, какому из типовых случаев соответствует методика, применявшаяся при составлении прогноза газообильности каждой из шахт (см. табл. 22).

В качестве примеров применения типовых модификаций методики приведены прогнозы газообильности шахт: I типовой случай — им. Волкова; II — «Черкасская»; III — «Тырганская»; IV — им. Ворошилова; Va — «Красный уголеп»; Vб — № 12; VIa — «Красногорская»; VIб — «Краснокаменская». По остальным шахтам приводятся, как правило, только краткие сведения о газообильности горных выработок в отработанной части шахтного поля, о геологических факторах, определяющих масштабы газовыделения, и результаты прогноза.

Более подробно описываются некоторые характерные случаи газовыделений в отдельных шахтах, не освещавшиеся ранее в литературе, преимущественно по Прокопьевско-Киселевскому району (шахты «Черкасская», «Краснокаменская», «Северный Маганак» и др.).

Очередность шахт по каждому району (или по группе в пределах района) принята в основном в зависимости от глубины рабочих горизонтов, для которых составлены прогнозы, — от меньших глубин к большим.

Прогнозы газообильности шахт с одинаковыми или близкими абсолютными отметками проектируемых горизонтов для наглядности сравнения объединены в общую таблицу.

Прочерки в таблицах означают, что указанный пласт по данной шахте или в пределах отдельных поясов шахтного поля либо отсутствует, либо не намечается к отработке.

Анжерский район. В тектоническом отношении отложения Анжерского района (рис. 39) представлены тремя синклинальными структурами (с юга на север): Козлинской, Андреевской и Анжерской. Границей района на юге является крупная Невская антиклиналь, изолирующая его от остальной части Кузнецкой котловины.

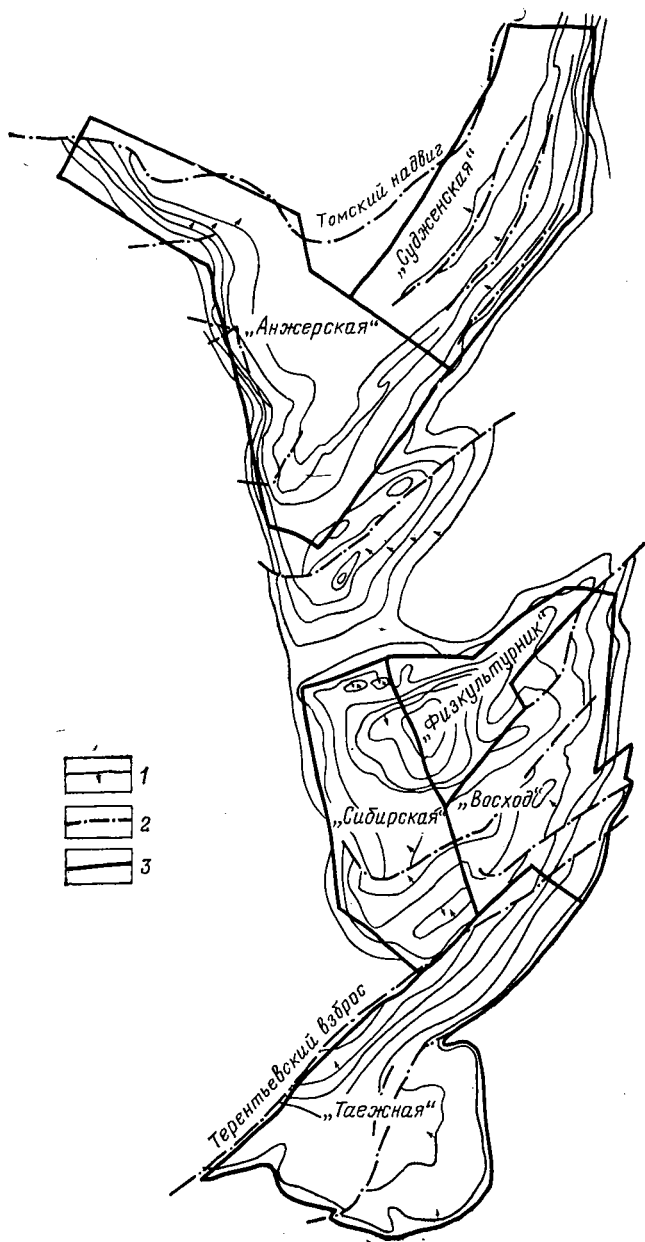


Рис. 39. Расположение полей шахт Анжерского района
 1 — выходы пластов под наносы; 2 — дизъюнктивные нарушения;
 3 — границы шахтных полей

Андреевскую брахисинклинали отделяет от Козлинской синклинали Терентьевский взброс, срезающий восточное крыло брахисинклинали. Анжерская синклинали отделена от Андреевской антиклинальным поднятием. Угленосные отложения ее северо-западной части срезаны крупным дизъюнктивным нарушением — Томским надвигом с амплитудой в несколько километров. Вблизи надвига отложения сильно дислоцированы как в западном крыле и замке Анжерской синклинали, разрабатываемым шахтой «Анжерская», так и, в особенности, в ее восточном крыле: поле расположенной здесь шахты «Судженская» разбито на отдельные блоки целым рядом нарушений типа «чешуйчатых взбросов» с надвиганием западных «чешуй» на восточные.

Угольные пласты разрабатываются шестью шахтами (табл. 24).

Таблица 24

Шахты Анжерского района	Год ввода в действие	Отметка откаточного штрека нижнего действующего горизонта, м	Категория по газу на конец 1971 г.	Горизонты, намеченные к освоению, м	Методика прогноза (типовые случаи)	Примечание
«Тажная»	1963	+80	I	} —40	III	—
«Сибирская»	1957	+87	II			
«Восход»	1953	+87	I	} —140	III	—
«Физкультурник»	1943	—57	III			
«Судженская»	1897	—85	Сверхкатегорная	—	—	Уклонное поле до гор.—272 м
«Анжерская»	1907	—120	То же	—320	III	Уклонные поля до гор.—325 м

Шахты «Сибирская», «Физкультурник», «Восход», «Тажная». Первые три шахты разрабатывают угольные пласты соответственно в южной, северной и северо-восточной части Андреевской брахисинклинали, шахта «Восход» — также в северной части Козлинской синклинали. К югу от нее пласты этой структуры разрабатываются шахтой «Тажная». Прогноз газообильности составлен на основе результатов опробования пластов в центральной части Андреевской синклинали на глубинах 161—937 м от поверхности. Так как большинство пластов было опробовано в небольшом объеме, а некоторые вообще не опробовались (в частности, пласты Козлинской синклинали), исходные значения газоносности принимались по точечным данным, а при их отсутствии — по аналогии с газоносностью других пластов или других крыльев складок.

Невысокая газоносность пластов объясняется их спокойным моноклинальным залеганием, особенно на западном крыле Андреевской брахисинклинали и на северном крыле Козлинской синклинали. Восточные крылья полей шахт «Физкультурник» и «Сибирская» осложнены дополнительной антиклиналью «Физкультурник» с закрытым замыканием пластов. Однако и в этом районе высокие значения газообильности выработок шахты «Сибирская» по пластам Петровскому и Тонкому (до 8 м³/т) являлись единичными. Несколько выше газообильность выработок более глубокой шахты «Физкультурник», достигавшая на отдельных участках пластов Десятого, Андреевского и Тонкого 7—10 м³/т.

Ожидаемая газообильность шахт «Сибирская» и «Таежная», объединяемых на проектируемом горизонте — 40 м, не превысит 5—10 м³/т. Данные прогноза газообильности шахты «Физкультурник» (объединяемой с шахтой «Восход») на гор. —140 м приведены в табл. 25.

Таблица 25

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность [*] (м ³ /т) шахты «Физкультурник» (объединенной) на гор. —140 м		
		северо-западное крыло Андреевской брахисинклинали	юго-восточное крыло Андреевской брахисинклинали	северная часть Козлинской синклинали
Алыкаевская	Десятый	$\frac{4}{8}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{4}{8}$
	Андреевский	$\frac{3}{5}$	$\frac{3}{6}$	$\frac{3}{5}$
	Петровский	$\frac{8}{17}$	$\frac{13}{23}$	—
	Тонкий	$\frac{5}{12}$	$\frac{11}{22}$	—
	Случайный	$\frac{\leq 2}{2}$	$\frac{7}{18}$	—
	Коксовый	$\frac{\leq 2}{2}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{13}{25}$

Примечание. Здесь и в последующих таблицах прогноза газообильности шахт в числителе приведены значения средней, в знаменателе — максимальной ожидаемой газообильности.

Шахта «Анжерская». Ввиду сложного строения шахтного поля прогноз газообильности дан отдельно для западного крыла Анжерской синклинали и для ее замковой части с примыкающей к ней частью восточного крыла. В пределах западного крыла выделяется несколько блоков, залегающих между крупными текто-

ническими нарушениями; однако различия между значениями газообильности выработок (по каждому из пластов) в отдельных блоках не превышают ± 5 м³/т. Наиболее высокая газообильность отмечена по пласту Десятому вблизи западной границы шахтного поля, где она на гор. —124 м составила 24—28 м³/т.

Прогноз газообильности выработок на нижних горизонтах составлялся по результатам опробования на газоносность при доразведке шахтного поля. На гор. —320 м природная газоносность пласта Десятого составила 10—17 м³/т, пласта Андреевского — 9—14 м³/т, остальных пластов — до 10,5 м³/т; однако ввиду сближенности группы нижних пластов ожидается повышение газообильности по пласту Петровскому.

Результаты прогноза газообильности горных выработок на проектируемом горизонте —320 м (достигнутом на отдельных участках уклонами) приведены в табл. 26. В уклонных полях, распро-

Таблица 26

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахты «Анжерская» на гор.—320 м		
		западное крыло синклинали	замковая часть	восточное крыло синклинали
Алыкаевская	Десятый	$\frac{16}{30}$	$\frac{12}{22}$	$\frac{12}{22}$
		$\frac{11}{21}$	$\frac{7}{13}$	$\frac{7}{13}$
	Андреевский	$\frac{22}{38}$	$\frac{20}{35}$	$\frac{20}{35}$
		$\frac{5}{11}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{4}{9}$
	Петровский	$\frac{3}{6}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{4}{7}$
	Тонкий			
	Коксовый			

страняющихся до отметки —620 м у границы шахтного поля, максимальные ожидаемые значения газообильности по наиболее опасным пластам Андреевскому и Петровскому в нижних ярусах — 80—90 м³/т добычи (пласт Десятый замыкается ниже отметки —400 м).

Шахта «Судженская» достигла уклонами отметки, ниже которой их углубка не проектируется, поэтому прогноз ее газообильности не приводится. Наиболее высокие значения газообильности действующих выработок шахты достигают 35—40 м³/т добычи.

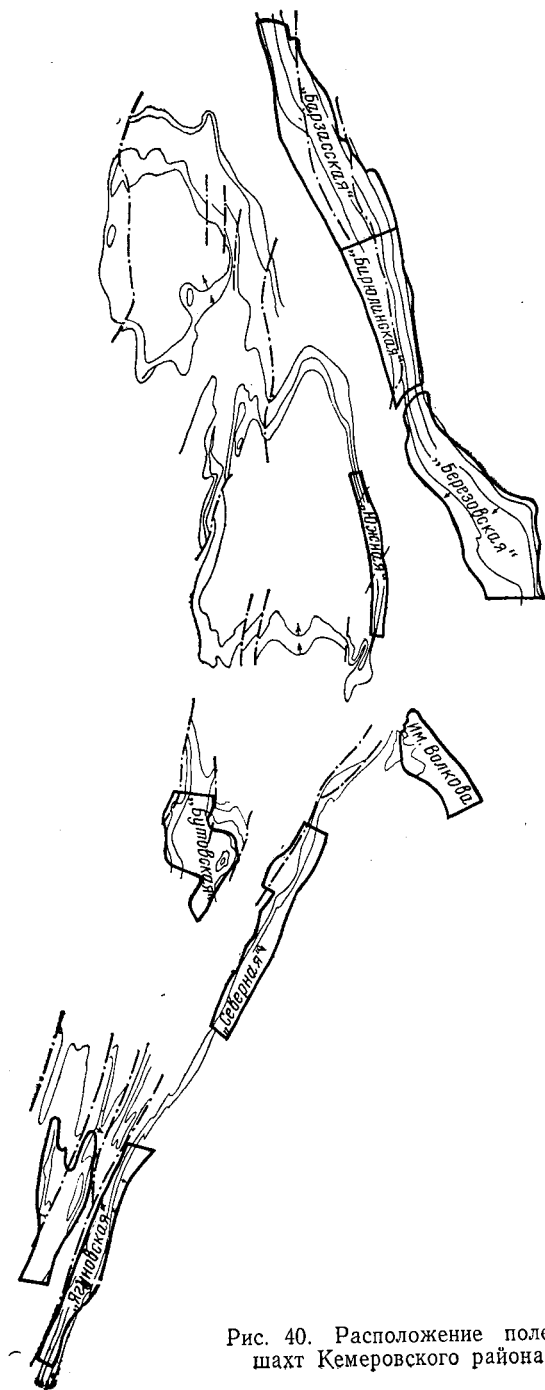


Рис. 40. Расположение полей шахт Кемеровского района

Кемеровский район. Кемеровский район (рис. 40) расположен в северном замыкании Кузнецкого синклинория. Главной тектонической структурой района является Кемеровская синклиналь — крупная асимметричная складка, осложненная целым рядом пликативных и дизъюнктивных нарушений. К югу от реки Томи, т. е. в левобережной части района, западное крыло синклинали почти вертикальное; здесь расположено поле шахты «Ягуновская». К северу и с глубиной отложения выполаживаются от 50—60° в южной части поля шахты «Северная» до 10—25° в замковой части синклинали в поле шахты им. Волкова. К западу и северо-западу от перечисленных шахтных полей западное крыло и осевая часть Кемеровской синклинали осложнены вторичной складчатостью; наиболее крупными из дополнительных структур являются Кедровская и Глушинская брахисинклинали. Восточное крыло Кемеровской синклинали — пологое, с углами падения отложений 25—30°. Крупнейшим дизъюнктивным нарушением района является Главный надвиг, переместивший пласты восточного крыла (участки Березовско-Бирюлинских шахт) по отношению к осевой части складки.

Тектоника района оказала свое влияние на газообильность. Обе шахты на западном крыле основной синклинали — сверхкатегорные, причем наиболее газообильные участки приурочены либо ко вторичным антиклинальным складкам, погружающимся под коренные породы (юг шахты «Ягуновская»), либо к изолированным от выхода под наносы крыльям дизъюнктивных нарушений (шахта «Северная»).

В Кемеровском районе семь действующих шахт, в северной части района строится еще одна шахта — «Барзасская» (табл. 27).

Таблица 27

Шахты Кемеровского района	Год ввода в действие	*Отметка откаточного штрека нижнего действующего горизонта, м	†Категория по газу на конец 1971 г.	Горизонты, намечаемые к освоению, м	Методика прогноза (типичные случаи)
«Северная» ¹	1917	—181	Сверхкатегорная	—	—
«Бутовская»	1942	±0	I	—	I
«Южная»	1941	+64	III	—40	Vla
Им. Волкова	1950	±0	III	—50	I
«Ягуновская»	1942	±0	Сверхкатегорная	—100	II
«Березовская»	1958	+100	То же	—100	II
«Бирюлинская»	1966	±0	III	—250	III
«Барзасская»	—	—	—	—40	II

¹ Разрабатывает пласты, опасные по выбросам. Будет закрыта после обработки гор. —181 м.

Шахта «Северная». Объединенный в 1961 г. с собственно шахтой «Северная» ее второй район — бывшая шахта «Центральная» — принадлежит к числу наиболее старых и глубоких предприятий бассейна. Максимальная газообильность горных выработок района отмечена по пласту Кемеровскому на гор. —181 м

(360 м от поверхности) — 46—66 м³/т, а в сильно нарушенной части северного крыла первого района, уже на гор. —65 м, — до 62—64 м³/т. Пласты Кемеровский, Волковский, Владимировский, Лутугинские I и II опасны по внезапным выбросам угля и газа.

Углубка шахты не предусматривается, и прогноз ее газообильности не составлялся.

Шахта «Бутовская» ведет горные работы на гор. ±0 м и ее углубка также не проектируется до 1980—1985 гг. В настоящее время шахта малогазообильна; однако в северной части разрабатываемого участка по мере увеличения глубины замковых частей вторичных антиклиналей газообильность выработок отдельных пластов может достигнуть 13—17 м³/т добычи.

Шахта «Южная», расположенная на восточном крыле Кедровско-Крохалевской брахисинклинали, ведет горные работы на гор. +64 м. Прогноз газообильности выработок следующего горизонта составлен горностатистическим методом. Верхний горизонт +164 м был принят в качестве границы зоны демегазации, так как шахта при ведении горных работ на этой глубине относилась к I категории по газу и только после перехода на гор. +64 м в 1951 г. была переведена во II, а позднее (в 1961 г.) — в III категорию.

Газообильность горных выработок на действующем горизонте неравномерна по простиранию: наибольшие ее значения отмечены на северном крыле шахтного поля (до 13—14 м³/т по пластам Кемеровскому и Волковскому), на южном же крыле газопроявления почти отсутствовали и только на отдельных участках достигали 4—9 м³/т. Поэтому при составлении прогноза шахтное поле было разбито на пояса, границами между которыми послужили дизъюнктивные нарушения. Наиболее высокие значения газообильности приурочены к поясам, в которых пласты изолированы от выхода под наносы. Поскольку нарушения являются диагональными с падением 35—50°, на гор. —40 м значительная часть пластов будет ими перекрыта и поэтому величины ожидаемой газообильности выработок на проектируемом горизонте приняты для всего шахтного поля согласно результатам прогноза по тем поясам, где исходные данные имели наибольшее значение. Степень газообильности по пласту Кемеровскому составила 13 м, по остальным пластам — 18 м¹.

Результаты прогноза приведены в табл. 28.

Шахта им. Волкова до 1961 г. разрабатывала пласты угля в основном поле в северной замковой части Кемеровской синклинали. До гор. +180 м, являвшегося нижней границей участка, газовыделений не происходило. После его отработки при вскрытии наклонными стволами юго-восточной прирезки впервые на глубине 118 м от поверхности появился метан. При дальнейшей проходке стволов и горизонтальных выработок на гор. ±0 м вы-

¹ Точная размерность ступени газообильности — м/(м³/т) [9].

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) на гор.—40 м шахт				
		«Южная»	«Барзасская»			
			южное крыло		северное крыло	
			южнее нарушения	севернее нарушения	южнее нарушения	севернее нарушения
Кемеровская	Кемеровский	$\frac{15}{30}$	—	—	—	—
	Волковский:					
	1-й слой	$\frac{11}{25}$	—	—	—	—
	остальные слои	$\frac{9}{16}$	—	—	—	—
Алыкаевская	Владимировский	$\frac{11}{22}$	—	—	—	—
	XXI (Румянцевский)	—	$\frac{19}{31}$	$\frac{19}{31}$	$\frac{11}{18}$	$\frac{25}{37}$
	XXIV (Новый)	—	$\frac{18}{29}$	$\frac{13}{21}$	≤2	$\frac{13}{21}$
	XXVI (Верхний Алыкаевский)	—	$\frac{14}{23}$	$\frac{20}{32}$	≤2	$\frac{16}{25}$
	XXVII (Нижний Алыкаевский)	—	$\frac{5}{9}$	$\frac{5}{8}$	≤2	$\frac{5}{9}$

деления газа усилились, при этом они сопровождались глухими ударами, отскакиванием кусков угля от забоя и деформированием призабойной крепи. В связи с этим шахта была переведена в 1965 г. в III категорию по газу, хотя относительная газообильность горных выработок не превышала 5—7 м³/т.

В связи с необходимостью углубки шахты до гор.—100 м была произведена доразведка шахтного поля с опробованием пластов на газоносность. Было установлено, что граница зоны дегметанизации проходит на глубине 90 м, а верхняя граница метановой зоны — на глубине 150 м от поверхности. Отсутствие крупных нарушений обусловило равномерное увеличение газоносности с глубиной в среднем на каждые 100 м по вертикали на 4,5 м³/т. Более быстрое нарастание газоносности наблюдалось в северо-западной части участка, где расположены наклонные стволы, а также вблизи южной границы; в этих местах в структуре имеются антиклинальные перегибы, к замкам которых газоносность повышается.

По материалам доразведки была построена карта прогноза газоносности пласта Кемеровского (см. рис. 37) — основного рабо-

чего пласта, намечаемого к отработке в течение ближайших 15—20 лет. Для расчета ожидаемой газообильности горных выработок пласт был разделен по простиранию на пояса, по падению — на ярусы высотой 50 м по вертикали. Однако конечные результаты прогноза по поясам различаются между собой незначительно (табл. 29).

Таблица 29

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) на гор.—100 м шахт						
		«Ягуновская»					им. Волкова, юго-восточная прирезка	
		Восточная синклиналь		Восточная антикли- наль, восточное крыло				
западное кры- ло	восточное крыло	к югу от ство- лов	900 м к севе- ру от стволов	северная часть шахт- ного поля	северо-запад- ная часть прирезки	юго-восточная часть при- резки		
Кемеровская	Кемеровский	30	34	33	33	30	18	19
		49	52	55	54	45	29	30
	Волковский	17	18	11	9	7	—	—
		23	21	14	13	10	—	—
	Викторовский	11	19	12	9	11	—	—
		19	38	16	15	17	—	—
	Владимировский	3	14	3	2	4	—	—
		4	22	5	3	8	—	—
	Лутугинский	8	15	4	5	12	—	—
		11	25	9	12	21	—	—
Ишаново-проме- жуточная	Безымянный	8	10	4	3	14	—	—
		11	15	6	5	23	—	—
	Ишановский I	12	—	—	—	9	—	—
		19	—	—	—	17	—	—
	Ишановский II	7	12	7	8	7	—	—
		12	17	12	14	13	—	—
	Люковой	9	8	—	5	7	—	—
		16	14	—	11	14	—	—

Шахта «Ягуновская» была отнесена к числу сверхкатегорных в 1953 г., когда в участковом квершлага южного крыла шахтного поля на первом рабочем горизонте +50 м произошло суфлярное выделение метана перед вскрытием пласта Подволковского со стороны его лежащего бока. Суфлярное выделение продол-

жалось 5 мес со средним дебитом (в начальный период) 730 м³/сут и иссякло только после бурения нескольких дренажных скважин. Суфлярные газовыделения были отмечены также в 1953 г. при пересечении геологоразведочной скважины промежуточным штреком, проводившимся по пласту Викторовскому, и в 1964—1965 гг. из технической скважины на сопряжении квершлага № 10 с нерабочим пластом Гурьяновским (при этом дебит газа достигал 8100 м³/сут).

Наиболее высокая газообильность выработок на горизонте +50 м отмечена в южной части шахтного поля. В замковой части Восточной антиклинали, залегающей на глубине 80 м под коренными породами, газообильность выработок, проводимых по пласту Кемеровскому, достигала 26—28 м³/т; по пласту Волковскому, который был частично дренирован в результате надработки, —10—12 м³/т, по пласту Безымянному — до 18 м³/т. На восточном крыле антиклинали к северу от замыкания выходы большинства пластов срезаны дизъюнктивными нарушениями. Здесь газообильность выработок, проводимых по пластам Кемеровскому, Волковскому и Подволковскому, достигала 18—20 м³/т. Севернее шахтных стволов пласты залегают моноκлиально под углами 70—80°, глубина горных работ уменьшается в связи с особенностями рельефа местности и газовыделение снижается, а местами полностью затухает, за исключением отдельных участков вблизи нарушений. В северной части шахтного поля газопроявлений не было.

Доразведка нижних горизонтов показала, что с глубиной влияние факторов, обуславливающих неравномерную газоносность пластов (рельеф поверхности, дизъюнктивная тектоника), в значительной степени сглаживается, поэтому на гор. —100 м ожидается более равномерная газообильность горных выработок по простиранию пластов (см. табл. 29).

Шахты «Березовская», «Бирюлинская» и «Барзасская» (строящаяся) на восточном крыле основной синклинали района разведывались с опробованием угольных пластов на газоносность и составлением карт прогноза газоносности пластов.

По полю шахты «Барзасская» граница зоны демегазации на преобладающей площади установлена на глубине отметки +100 м, а в районе реки Кайгур на северном крыле шахтного поля опускается до —40 м; пласт XXIV и нижележащие пласты расположены в этом поясе на проектируемом горизонте в зоне демегазации. Наиболее высокие значения газоносности приурочены к участкам пластов, изолированным дизъюнктивными нарушениями от выходов под наносы. Результаты прогноза газообильности приведены в табл. 28.

Шахта «Березовская» была отнесена ко II категории по метану в результате единичного случая повышенного газовыделения (6 м³/т) из пласта XXI на гор. +100 м. За остальные годы относительная газообильность участков шахты не превышала 2,5 м³/т. Однако после двух внезапных выбросов угля и газа, происшедших

в 1969 г. в уклонх пласта XXVII на глубине 270—300 м от поверхности, шахта была переведена в свержкатегорную по метану.

Опробование пластов на газоносность при доразведке шахтного поля показало, что они деметанизированы до глубины 100—120 м от поверхности вследствие наличия зоны интенсивной трещиноватости и обводненности. С увеличением глубины вмещающие породы становятся более плотными, монолитными, обводненность их снижается и газоносность угольных пластов резко возрастает. Наибольшая газоносность приурочена к северной и южной (первоначальным) границам поля, которые проходят по дизъюнктивным нарушениям закрытого типа.

В 1965 г. к шахтному полю был прирезан примыкающий к нему с юга участок Конохтинский I. При составлении прогноза газообильности горных выработок шахты на гор. —100 м (табл. 30) авторы прогноза руководствовались для этого участка правилами экстраполяции изогаз [20].

Таблица 30

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахт							
		«Березовская» на гор. —100 м					«Бирюлинская» на гор. —250 м		
		южное крыло			северное крыло		южная часть шахтного поля	центральная часть шахтного поля	северная часть шахтного поля
		Конохтинский участок—южная часть	Конохтинский участок—северная часть	южнее главного квершлага—основное поле	севернее главного квершлага на 2 км	крайняя северная часть			
Алыкаевская	XXI (Румянцевский)	$\frac{31}{48}$	$\frac{29}{43}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{18}{30}$	$\frac{26}{39}$	$\frac{12}{19}$	$\frac{11}{18}$	$\frac{21}{37}$
		$\frac{12}{20}$	$\frac{11}{19}$	$\frac{10}{21}$	$\frac{9}{17}$	$\frac{11}{19}$	$\frac{10}{17}$	$\frac{10}{19}$	$\frac{9}{15}$
	XXVI (Верхний Алыкаевский)	$\frac{16}{27}$	$\frac{17}{29}$	$\frac{23}{36}$	$\frac{24}{38}$	$\frac{21}{33}$	$\frac{15}{25}$	$\frac{14}{23}$	$\frac{14}{23}$
		$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{6}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{4}{7}$
	XXVII (Нижний Алыкаевский)	$\frac{9}{18}$	$\frac{10}{18}$	—	—	—	—	—	—
Мазуровская	XXXII	$\frac{11}{20}$	$\frac{12}{21}$	$\frac{10}{19}$	$\frac{11}{19}$	$\frac{9}{18}$	—	—	—
	XXXIII	$\frac{11}{19}$	$\frac{12}{21}$	—	—	—	—	—	—
	XXXV	—	—	—	—	—	—	—	—

(М—М) — с восточным падением; простираются их близко к направлению осей складок. Широко распространены более мелкие дизъюнктивные, преимущественно согласные взбросы.

Число действующих шахт составляет 23, из которых 8 расположено в пределах Киселевского и 15 — Прокопьевского месторождения (табл. 31).

Учитывая влияние многообразия тектонических форм района, для анализа данных по газообильности действующих горизонтов и прогноза выделения метана в выработки нижележащих горизонтов шахтные поля сгруппированы в зависимости от их положения по отношению к основным структурным элементам — синклиналям (с запада на восток).

Шахты в пределах Нулевой, I и II синклиналей. Крайней западной структурой района является Нулевая синклиналь. В отдельных местах ее западное крыло и замковая часть срезаны Тырганским надвигом. Пласты разрабатываются подземным способом только по ее восточному крылу.

I синклиналь отделяется от Нулевой синклинали II Тырганской и Промежуточной антиклиналями. Восточное крыло складки частично срезается нарушениями, а западное осложнено дизъюнктивом.

II синклиналь представляет собой узкую, с крутым падением крыльев, сильно нарушенную складку. От соседней III синклинали она отделяется Тайбинской антиклиналью, имеющей крутые (до 90°), а местами опрокинутые крылья.

В пределах I и II синклиналей, а также II Тырганской и Промежуточной антиклиналей расположены (с юга на север) шахты: «Манейха», «Прокопьевская», «Тырганская», «Киселевская» и «Дальние горы». Поля последних двух шахт распространяются также на восточное крыло Нулевой синклинали.

Шахта «Дальние горы» малогазообильна: только с переходом горных работ на второй горизонт (+180 м) она была переведена во II категорию по метану (пл. Мощный — 6 м³/т). Это объясняется природными факторами, благоприятствовавшими вековой дегазации угольных пластов: в восточной части шахтного поля пласты I синклинали замыкаются на сравнительно небольшой глубине; пласты восточного крыла Нулевой синклинали имеют падение, близкое к вертикальному; ввиду крутого падения плоскостей сместителей практически до гор. +180 м не встречается участков угольных пластов, изолированных от выхода под наносы.

Учитывая, однако, общее весьма сложное тектоническое строение шахтного поля, нельзя исключить возможности существования отдельных зон повышенной газоносности угольных пластов, обусловленной остаточными тектоническими напряжениями. Вследствие этого шахта может еще на действующем горизонте быть переведена в III категорию по газу.

Шахта «Киселевская» была отнесена ко II категории на основании данных газообильности горных выработок бывшей шах-

Группа структур	Шахты Прокопьевско-Киселевского района	Год ввода в действие	Отметка откаточного штрека нижнего действующего горизонта, м	Категория по газу на конец 1971 г.	Горизонты, намечаемые к освоению, м	Методика прогноза (типовые случаи)	Примечание
1	«Дальние горы»	1943	+180	II	—	—	После доработки гор. +120 м объединяется с шахтой им. Калинина
	«Киселевская»	1932	+220	III	—	—	
	«Манеиха»	1931	+120	II	—	—	
	«Прокопьевская»	1955	+120	III	—	—	
	«Тырганская»	1953	+120	Сверхкатегорная	+20	III	
2	«Зенковская»	1948	+140	I	+100	III	Объединяется с шахтой «Манеиха» на гор. +120 м
	Им. Дзержинского	1935	+145	Сверхкатегорная	—	—	
	«Краснокаменская»: район бывшей шахты	1934					
	№ 4—6		+210	II	+100	VIб	
	№ 5		+186	Сверхкатегорная			
	Им. Калинина	1934	+140	»			
	«Зиминка»	1932	+40	»	—	—	
«Тайбинская»	1951	+150	»	+50	VIа		
3	«Суртаиха»	1940	+60	Сверхкатегорная			Объединяется с шахтой «Тайбинская»
	Им. Вахрушева	1941	+70	»	—	—	
	«Черкасская»	1944	+150	»	+50	II	
	«Красногорская»	1949	+100	»	—20	VIа	Гидрошахта; разрабатывает пласты, опасные по выбросам
	Им. Ворошилова	1931	+60	»	—40	IV	Разрабатывает пласты, опасные по выбросам
	№ 12	1931	+100	»	—100	Vб	
	«Центральная»	1936	+15	»	—	—	Разрабатывает пласты, опасные по выбросам
	«Ноградская»	1931	+25	»	—75	VIа	То же
	«Коксовая»	1935	—35	»	—135	IV	»
	5	«Красный углекоп»	1939	+50	»	+50	Vа
	«Маганак»	1937	+185	»			На гор. +50 м объединяется с шахтой «Красный углекоп»
	«Северный Маганак»	1955	+150	»	+50	Vа	

ты № 3, которая разрабатывала пласты угля на обоих крыльях Промежуточной антиклинали (между Нулевой и I синклиналиями). После реконструкции шахты (1957 г.) газообильность выработок не превышала 6—9 м³/т и только в 1971 г. по пласту IV Внутреннему в замковой части II Тырганской антиклинали достигла 11 м³/т, и тогда шахта была переведена в III категорию. Опробование пластов на газоносность через отдельные разведочные скважины вблизи замковой части и на крыльях этой складки (на бывшем участке Абинском Северном) [20] позволило установить, что газообильность выработок, проводимых по пластам кемеровской подсветы, особенно по пласту Лутугинскому, может достигнуть здесь аналогичных значений.

Остальные три шахты расположены в пределах Прокопьевского месторождения и ведут горные работы на горизонте +120 м.

Шахты «Манеиха» и «Прокопьевская» расположены в пределах I и II синклиналей. При отработке верхних горизонтов (соответственно +200 и +230 м) выделение метана отмечалось только в единичных случаях, преимущественно под логами и в зонах дополнительных складок, при этом лишь изредка газообильность выработок на шахте «Манеиха» достигала 7—8 м³/т (пласты Прокопьевский, Пятилетка). Установлено, что нижняя граница зоны деметанизованного угля в полях обеих шахт имеет сложную конфигурацию в пределах глубин от 130 до 380 м, что объясняется в первую очередь особенностями тектоники. С переходом горных работ на гор. +120 м категория шахты «Манеиха» по газу пока не изменилась, а газообильность шахты «Прокопьевская» превысила 10 м³/т добычи.

В ходе развития работ на нижнем действующем горизонте газообильность выработок шахты «Манеиха» может достигнуть 13—15 м³/т. На шахте «Прокопьевская» в восточном крыле I синклинали по пластам ишаново-промежуточной подсветы возможна даже более высокая газообильность — до 20 м³/т.

Шахта «Тырганская» примыкает к северной границе шахты «Прокопьевская». Проектом намечается после отработки действующих горизонтов объединение ее с шахтой «Зиминка». Поскольку последняя уже ведет горные работы на гор. +40 м, для поля шахты «Тырганская» составлен прогноз газообильности выработок на гор. +20 м.

I синклиналь в границах шахтного поля представляет собой симметричную складку с углами падения крыльев от 60 до 70°. Простираение оси синклинали — близкое к прямолинейному, погружение на северо-запад под углом 17—20°. II синклиналь отделена от I нарушением; углы падения пластов 70—75°. В границах шахтного поля встречаются нарушения с разрывом сплошности — в основном взбросы и надвиги. Наиболее интенсивно дислоцированы восточное крыло I синклинали и западное крыло II синклинали.

Впервые выделение метана зарегистрировано после ввода шахты в действие во время вскрытия пласта Прокопьевского квершлагом в северной части поля. В 1958 г. шахта была отнесена ко II категории по метану, так как максимальная газообильность во время определения категории составила $8 \text{ м}^3/\text{т}$ (пласт Прокопьевский с квершлага № 8, запад). Однако при ведении работ на гор. +220 м метановыделение было незначительным и лишь в 1961 г. газообильность выработок достигла $6 \text{ м}^3/\text{т}$ (пласт Мощный с квершлага № 20). В целом выделение газа в выработки верхнего горизонта происходило преимущественно только в северной половине поля и на крайнем юге по всем рабочим пластам в пределах I синклинали.

Для прогноза газообильности выработок нижележащих горизонтов трестом «Кузбассуглегеология» была произведена доразведка шахтного поля на газоносность. По данным опробования, содержание метана в угольных пластах до отметки +20 м составило: по западному крылу I синклинали — $1,5\text{—}16 \text{ м}^3/\text{т}$, по восточному — $3\text{—}9 \text{ м}^3/\text{т}$, по западному крылу II синклинали — до $12 \text{ м}^3/\text{т}$.

Для прогноза газообильности нижних горизонтов величина газоносности определялась по графикам нарастания ее с глубиной (пример см. на рис. 36). Результаты прогноза приведены в табл. 32.

Шахты западного крыла III синклинали. III синклинали представляет собой наиболее крупную пликативную структуру Прокопьевско-Киселевского района. Она замыкается на юго-западе Прокопьевского месторождения. В центре района замковая часть ее погружается на значительную глубину. От соседней, II синклинали, ее отделяет взброс $M\text{—}M$.

В южной замковой части III синклинали находятся шахты «Зенковская» и им. Дзержинского. Далее по западному крылу синклинали расположены поля шахт им. Калинина, «Зиминка», «Тайбинская», «Суртаиха», им. Вахрушева и западная часть поля шахты «Краснокаменная» — район бывшей шахты № 4—6, объединенной в 1970 г. в одну производственную единицу с шахтой № 5. Большинство шахт частично разрабатывает пласты восточного крыла II синклинали.

Шахта «Зенковская». В поле шахты развиты II и III синклинали. II синклинали, западное крыло которой срезано нарушением $D\text{—}D$, представлена своим восточным крылом, осложненным дополнительной складчатостью и дизъюнктивной нарушенностью: крупные взбросы расчленяют его на отдельные структуры, называемые на шахте крыльями (с запада на восток — с I по VI крыло). III синклинали отделена от II асимметричной Тайбинской антиклиналью, западное крыло которой значительно положе восточного.

К западной границе шахтного поля, проходящей по наруше-

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахты «Тырганская» на гор. +25 м				
		I синклиналь				II синклиналь, западное крыло
		западное крыло		восточное крыло		
		от южной границы до главного квершлага	от главного квершлага до северной границы	от южной границы до главного квершлага	от главного квершлага до северной границы	
Усятская	VII Внутренний	—	$\frac{7}{13}$	—	—	—
	VI Внутренний	—	$\frac{3}{6}$	—	—	—
	V Внутренний	—	$\frac{2}{4}$	—	—	$\frac{3}{6}$
	IV Внутренний:					
	1-й слой	—	$\frac{16}{30}$	—	$\frac{7}{13}$	$\frac{9}{16}$
	остальные слои	—	$\frac{7}{13}$	—	$\frac{3}{6}$	$\frac{5}{9}$
	III Внутренний	—	—	—	≤2	≤2
	II Внутренний	$\frac{2}{4}$	$\frac{2}{4}$	—	≤2	$\frac{3}{6}$
	I Внутренний	≤2	$\frac{2}{4}$	—	—	—
	Кемеровская	Горелый:				
1-й слой		≤2	$\frac{21}{38}$	$\frac{6}{11}$	$\frac{7}{13}$	$\frac{26}{47}$
остальные слои		—	$\frac{16}{29}$	—	—	$\frac{13}{23}$
Лутугинский:						
1-й слой		—	—	≤2	$\frac{3}{6}$	$\frac{7}{13}$
остальные слои		—	—	—	—	$\frac{13}{23}$
Прокопьевский II		—	$\frac{35}{60}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{2}{4}$	—
Прокопьевский I		—	$\frac{16}{29}$	—	≤2	—

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахты «Тырганская» на гор. +20 м				
		I синклиналь				II синклиналь, запад- ное крыло
		западное крыло		восточное крыло		
		от южной гра- ницы до главно- го кваршлага	от главного квар- шлага до север- ной границы	от южной грани- цы до главного кваршлага	от главного кваршлага до се- верной границы	
Ишаново- промежу- точная	Мощный:					
	1-й слой	$\frac{4}{8}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{3}{6}$	$\frac{19}{34}$	$\frac{5}{9}$
	остальные слои	$\frac{3}{6}$	—	<2	$\frac{11}{20}$	$\frac{3}{6}$
	Безымянный I	<2	<2	<2	—	—
	Безымянный II	$\frac{3}{5}$	<2	—	—	—
	Спорный	$\frac{3}{5}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{6}{11}$	$\frac{14}{25}$	—
	Подспорный	<2	$\frac{2}{4}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{5}{9}$	—
	Двойной:					
	1-й слой	—	$\frac{4}{8}$	$\frac{4}{8}$	<2	—
	остальные слои	—	$\frac{3}{6}$	—	—	—
	Ударный	<2	—	—	—	—
	Садовый	<2	—	<2	—	—
	Пионер	$\frac{2}{4}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{3}{6}$	—	—
	Юнгор:					
	1-й слой	$\frac{8}{14}$	—	—	—	—
	остальные слои	$\frac{4}{8}$	—	—	—	—
	Угловой	<2	—	—	—	—

нию Д—Д, примыкает участок Зенковский-Западный; в перспективе намечается его прирезка к шахте.

За время ведения горных работ на верхнем горизонте +200 м метан обнаруживался в отдельных случаях в количестве не более 4,5 м³/т добычи. Невысокая газообильность шахты объясняется небольшой глубиной горных работ и наличием выходов под наносы у всех разрабатываемых пластов.

Прогноз газообильности шахты составлен по данным разведки на газоносность с учетом интерполяции, экстраполяции и аналогии в отношении неопробованных крыльев пластов (табл. 33).

Шахта им. Дзержинского примыкает к шахте «Зенковская» с севера и расположена в южном замыкании III синклинали. Западная часть шахтного поля граничит с шахтой «Манеиха». По всему полю встречаются многочисленные дизъюнктивные нарушения.

В период развития горных работ на гор. +145 м шахта относилась ко II категории по метану. В 1953 г. произошел внезапный выброс угля и газа в основном штреке прирезки на гор. +65 м пласта IV Внутреннего, после которого шахта была переведена в сверхкатегорную по газу.

Самая высокая газообильность выработок на гор. +145 м отмечена по пласту Подспорному I на западном крыле Тайбинской антиклинали — до 11—13 м³/т, что объясняется подработкой неразрабатываемых пластов Спорного и Подспорного II. В выработках остальных пластов газообильность достигала 10 м³/т в местах нарушений локального характера, если они выше гор. +145 м являлись препятствиями для миграции газа из ниже расположенной части пластов к поверхности.

На гор. +120 м предусматривается объединение шахты им. Дзержинского с шахтой «Манеиха». Исходя из газообильности выработок действующего горизонта и ступени ее нарастания, равной 20 м, можно предполагать, что относительная газообильность выработок шахты им. Дзержинского на гор. +120 м не превысит 15 м³/т добычи.

Шахта «Краснокаменская». Расположенное в северо-западном замыкании III синклинали поле шахты осложнено на обоих ее крыльях дополнительной складчатостью и многочисленными дизъюнктивными нарушениями.

На западе выделяется дополнительная синклиналь С с углами падения западного крыла 55—75°, восточного — 50—60°. От собственно западного крыла III синклинали (с углами падения 70—90°) ее отделяет крупный взброс. Еще более сложное строение имеет восточное крыло III синклинали. В южной части шахтного поля ряд пластов сдвоен взбросом, в лежащем боку которого отмечаются: антиклиналь А, синклиналь В и антиклиналь В, восточное крыло которой срезано взбросом В—В. Севернее площадки шахты в восточном крыле III синклинали имеются еще дополнительные складки между ее осевой частью и антиклиналью

А. Углы падения крыльев всех этих складок изменяются от крутых до наклонных.

Далее к востоку, между дизъюнктивом B^1-B и Афонино-Киселевским взбросом, выделяются в южной части шахтного поля: замковая часть синклинали S, крылья которой срезаны нарушениями $B-B$ и $P-P$; западное крыло антиклинали N, которое к северу становится одновременно восточным крылом синклинали K; еще севернее — антиклиналь M — симметричная складка с углами падения крыльев $45-50^\circ$. Пласты угля в синклинали S, антиклинали M и в непосредственной близости от Афонино-Киселевского взброса сильно перемяты и местами минерализованы.

Взброс $B-B$ является естественной границей между двумя районами шахтного поля — бывшими шахтами № 4—6 и 5; они образуют две независимые системы горных выработок и между ними отсутствует вентиляционная связь. Анализ и прогноз газообильности каждого из районов выполнены отдельно.

Район б. шахты № 4—6 относится ко II категории по газу. На его северном крыле (поле б. шахты № 6), а также в пределах синклинали С отмечались только эпизодические случаи выделения метана в горные выработки. Постоянные газопроявления характерны для замковой части антиклинали А, где газообильность выработок, проведенных по пласту Прокопьевскому, достигала $5,5 \text{ м}^3/\text{т}$, а по пласту Мощному — $4,5 \text{ м}^3/\text{т}$. Повышенная газообильность в этом районе объясняется отсутствием выходов угольных пластов под наносы.

В западном крыле и замковой части антиклинали А в связи с газовыделением в 1954 г. произошла вспышка метана, в 1961 г. было отмечено загорание метана и в том же году при ведении очистных работ в замковой части пласта Мощного произошел взрыв метана. После взрыва газа выработки пласта Мощного были изолированы церемычками на поступающей и на исходящей струе. Спустя 4 мес из-за обеих перемычек стал интенсивно выделяться метан. Причиной этого газовыделения явилось накопление метана в изолированных выработках. В период их проведения примыкающая к ним часть массива пласта Мощного была дренирована, вследствие чего давление газа в массиве снизилось. После изоляции участка перемычками началось восстановление газового давления в дегазированной части пласта вблизи горных выработок, причем процесс этот происходил довольно интенсивно, так как в замковой части пласта Мощного, залегающей под 80—100-метровой толщей пород, природная газоносность угля и давление газа были высокими. Повышение давления в угольном пласте вблизи обнажений вызвало рост газовыделения в выработки, и в конечном счете давление газа в изолированном пространстве превысило атмосферное давление в действующих горных выработках. Когда разность давлений достигла величины, достаточной для преодоления сопротивления перемычек, метан стал поступать в дейст-

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м³/т) на гор. +100 м шахт												
		«Зенковская»					«Краснокаменская»							
		II синклиналь				III синклиналь, VI крыло	район б. шахты № 4—6			район б. шахты № 5				
		I крыло	II—III крыло	IV крыло	V крыло		синклиналь С	III синкли- наль	антиклиналь В, А и син- клиналь В	синклиналь S	антиклиналь М	синклиналь А		
Усятская	III Внутренний	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
	II Внутренний	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16
	I Внутренний	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Кемеровская	Горелый (Характерный):	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16
	1-й слой	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
	остальные слои	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16
	Надлутугинский	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11
	Лутугинский	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22
		4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
		8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13
Ишаново- промежу- точная	Прокопьевский (Горелый):	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13
	1-й слой	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26
	остальные слои	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
	Мощный (Прокопьевский):	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16
	1-й слой	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13
	остальные слои	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26
	Безымянный (Мощный):	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
	1-й слой	<2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16
	остальные слои	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
	Спорный	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17
	Подспорный	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34
	Двойной	3	<2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38
Ударный	<2	<2	2	7	7	—	—	—	—	—	—	—	14	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	18	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	25	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	11	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	34	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	8	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12	—	—	—	—	—	—	—	20	
			4	12	12									

Подсвета	Пласт	Ожидаемая газообильность (м³/т) на гор. +100 м шахт										
		«Зенковская»					«Краснокаменская»					
		II синклиналь				III синклиналь, VI крыло	район б. шахты № 4—6			район б. шахты № 5		
		I крыло	II—III крыло	IV крыло	V крыло		С синклиналь	III синкли- наль	антиклинали В, А и син- клиналь В	С синклиналь	антиклиналь М	К синклиналь
Ишаново- промежу- точная	Садовый	2	↖2	3	3	4	4	4	—	5	—	—
		5		9	4	7	10	12	—	14	—	—
	Пионер	8	2	4	2	↖2	—	—	—	5	—	—
		22	3	10	3		—	—	—	14	—	—
	Юнгор	9	2	4	↖2	2	4	—	8	—	—	—
22		3	11		6	10	—	20	—	—	—	
Угловой	6	—	6	7	6	—	—	—	—	—	—	
	15		12	15	17	—	—	—	—	—	—	
Встречный	9	3	10	4	5	4	—	8	—	—	—	
	27	9	20	10	17	10	—	20	—	—	—	
Алыкаевской	Пятилетка	7	4	13	2	3	4	—	8	—	—	
		27	6	33	6	14	10	—	20	—	—	
	Спутник	8	3	8	4	5	—	—	—	—	—	
		29	7	15	9	14	—	—	—	—	—	
	Сложный	5	4	—	3	8	4	—	8	—	—	
10		13	—	8	25	10	—	20	—	—		

вующие выработки. Для прекращения газовой выработки из-за пере-
мычек «избыточный» метан был выпущен через вмонтированные
в перемышку трубы в исходящую струю.

Для прогноза газообильности горных выработок на гор. +100 м
имеющихся данных оказалось недостаточно, поэтому была ориен-
тировочно определена только глубина зоны дегметанизации пла-
стов, нижняя граница которой принята: в пределах синклинали С
и III синклинали — на уровне отметки +140 м; в антиклинали Е
и синклинали В — на отметке +180 м; в антиклинали А — на
отметке +220 м. Значения ступеней газообильности приняты по
аналогии с соседними шахтами, разрабатывающими те же текто-
нические структуры. Для пластов, слагающих антиклиналь Е, сту-
пень принята по аналогии с синклиналью В (табл. 34).

Таблица 34

Подсвета	Величина ступени газообильности в пределах структур и их крыльев, м				
	Синкли- наль С	III синк- линаль, за- падное крыло	Антикли- наль А, западное крыло (восточное крыло III синклинали)	Антикли- наль А, восточное крыло	Антикли- нали В, Е и синкли- наль В
Усятская	Пластов нет	19	—	—	15
Кемеровская	—	12	17	10	15
Ишаново-промежуточная, алы- каевская	18	14	17	10	15

Район б. шахты № 5 вследствие высокого газовой выработки в гор-
ные выработки из пласта Безымянного (Мощного)¹ в западном
крыле антиклинали N отнесен к сверхкатегорным по газу. На
гор. +186 м в этой части шахтного поля наблюдалась наиболее
высокая газообильность горных выработок: по пластам усятской
подсветы (Внутренним) — до 10—13 м³/т, по пластам кемеров-
ской подсветы, не считая пласта Безымянного (Мощного), — до
13 м³/т, по пласту Безымянному — до 18 м³/т. В других структурах
газообильность выработок ниже, поскольку отсутствует приток
газа с больших глубин.

¹ В результате увязки стратиграфии по Прокопьевско-Киселевскому району
в целом уточнены наименования пластов кемеровской подсветы на полях шахт
«Черкассовская», № 12, им. Вахрушева и б. шахты № 5: в отличие от наиме-
нований, принятых по маркшейдерским данным, пласт Характерный признан
Горелым, Горелый — Прокопьевским, Прокопьевский — Мощным, Мощный —
Безымянным. В дальнейшем они именуется: Горелый (Характерный), Про-
копьевский (Горелый) и т. д.

Такая высокая газообильность выработок на сравнительно небольшой глубине от поверхности (120—140 м) может быть объяснена тектоническими условиями. Хотя разрабатываемые пласты антиклинали N и синклинали K выходят под наносы, процесс вековой миграции газа по восстанию пластов к земной поверхности был затруднен, так как в зоне Афонино-Киселевского взброса они подвергались действию мощных сжимающих усилий.

Газовыделение в выработки пласта Безымянного (Мощного) было особенно интенсивным при отработке выемочного поля к югу от IV восточного квершлага — на крайнем юго-востоке шахты. Пласт разрабатывался здесь камерной системой. Наличие развитой сети подготовительных выработок, высокая природная газоносность пласта в непосредственной близости от Афонино-Киселевского взброса, повышенная в результате разгрузки от первоначальной тектонической напряженности газопроницаемость угольного массива — все эти факторы в совокупности обусловили интенсивное выделение метана с обнаженных поверхностей. Значительное количество газа выделялось также в самих камерах, в которых производилось одновременное взрывание больших масс угля.

Степень газообильности была принята по аналогии с шахтой № 12 (см. ниже), граничащей с районом б. шахты № 5 с юга и разрабатывающей пласты в пределах тех же структур. Экстраполяция на гор. +100 м производилась от средних величин газообильности выработок гор. +186 м.

Результаты прогноза по обоим районам шахты «Краснокаменская» приведены в табл. 33.

Шахта им. Калинина расположена в пределах западного крыла III синклинали и восточного крыла II синклинали к северу от шахт им. Дзержинского и «Манеиха». Синклинали разделены Тайбинской антиклиналью, имеющей симметричное строение и прямолинейное простираение. Осевая часть ее нарушена в южной части шахтного поля взбросами; для восточного крыла II синклинали также характерна серия разрывных нарушений. Всего в пределах шахтного поля встречено более 20 дизъюнктивных нарушений, распространяющихся на целые группы пластов.

Гор. +220 м полностью отработан. Случаи обнаружения метана в его исходящих струях были весьма редки. В процессе развития работ на гор. +140 м (170 м от поверхности) в подавляющем большинстве случаев относительная газообильность выработок не превышала 4—6 м³/т. Только на отдельных участках отмечались резкие повышения газовыделения, которые послужили основанием для отнесения шахты в 1966 г. к сверхкатегорным по газу: по пластам Прокопьевскому и Мощному со 2-го южного квершлага (при газообильности соответственно до 22 и 18 м³/т), Спорному с 3-го западного квершлага (14 м³/т). Все эти случаи

приурочены к зонам крупных дизъюнктивных нарушений, в лежащих крыльях которых пласты изолированы от путей вековой миграции метана к земной поверхности.

В целом можно рассматривать основную часть горизонта +140 м шахты им. Калинина как границу зоны деметанизации пластов. Исключение составляют изолированные от выходов под наносы крылья пластов в зонах дизъюнктивных нарушений, а также закрытые шарниры пластов в замковой части Тайбинской антиклинали (пласты Мощный и Безымянный между нарушениями, Двойной и нижележащие вблизи южной границы). В этих местах условия благоприятствуют повышению газообильности горных выработок на действующем и нижележащих горизонтах.

Степень газообильности, определенная путем интерполяции ее значений по соседним шахтам им. Дзержинского и «Зиминка», составила в среднем 18 м. Результаты прогноза приведены в табл. 35.

Шахта «Зиминка» расположена севернее шахты им. Калинина и ведет горные работы на горизонтах +140 и +40 м. Вследствие сложного геологического строения шахтного поля газообильность горных выработок неравномерна. Наиболее высокая относительная газообильность отмечена на участках, разрабатывающих пласты под зоной выгорания угля, где защитные целики представляют собой дополнительные источники метана (пласт III Внутренний на юге западного крыла III синклинали — до 18—21 м³/т); в зонах дизъюнктивных нарушений (пласты устьской подсвиты на западном крыле III синклинали и на обоих крыльях II синклинали — 11—20 м³/т); в замке Тайбинской синклинали на пластах, не имеющих выходов под наносы (пласт Двойной — 7,5—9,5 м³/т). С началом освоения гор. +40 м максимальная газообильность выработок стала достигать 19—27 м³/т.

Шахты «Тайбинская» и «Суртаиха», подлежащие на гор. +50 м объединению на базе промплощадки шахты «Тайбинская», расположены в южной части Киселевского месторождения на западном крыле III синклинали, которое имеет здесь крутое падение (65—80°) и простую моноклиналную структуру, местами осложненную дизъюнктивными нарушениями. Оно является одновременно восточным крылом Тайбинской антиклинали; западное же крыло этой складки срезано выше пласта Двойного дизъюнктивным нарушением М—М. Падение пластов ишаново-промежуточной подсвиты на этом крыле — от крутого до опрокинутого. В крайней северной части поля шахты «Суртаиха» западное крыло III синклинали осложняется двумя дополнительными складками.

К западу от нарушения М—М развита антиклиналь М, западное крыло которой является восточным крылом I синклинали. К полю шахты «Тайбинская» прирезан участок западного крыла I синклинали севернее поля шахты «Тырганская».

Таблица 35

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахт		
		им. Калинина на гор. +40 м		«Тайбинская» (объединенная) на гор. +50 м
		зоны спокойного залегания пластов	зоны тектонических нарушений (закрытые крылья)	
Усятская	VII Внутренний	—	—	$\frac{13}{26}$
	VI Внутренний	$\frac{7}{15}$	—	$\frac{14}{28}$
		V Внутренний	—	—
	IV Внутренний:			
	1-й слой	$\frac{7}{20}$	$\frac{11}{30}$	$\frac{11}{29}$
	остальные слои	$\frac{7}{13}$	$\frac{11}{20}$	—
	III Внутренний	$\frac{7}{15}$	—	$\frac{13}{24}$
		II Внутренний	$\frac{7}{15}$	$\frac{11}{22}$
	I Внутренний	$\frac{7}{15}$	—	$\frac{9}{19}$
		Характерный	$\frac{7}{15}$	$\frac{14}{28}$
	Горелый		$\frac{7}{13}$	$\frac{14}{25}$
		Лутугинский	$\frac{7}{15}$	$\frac{14}{28}$
	III Прокопьевский		$\frac{7}{13}$	$\frac{14}{25}$
		Мощный:		
1-й слой	$\frac{7}{20}$	$\frac{14}{33}$	$\frac{12}{19}$	
остальные слои	$\frac{7}{13}$	$\frac{14}{22}$	—	
Безымянный II	$\frac{7}{13}$	$\frac{14}{25}$	$\frac{9}{17}$	

Подсвета	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахт		
		им. Калинина на гор. +40 м		«Тайбинская» (объединенная) на гор. +50 м
		зоны спокойного залегания пластов	зоны тектонических нарушений (закрытые крылья)	
Ишаново-промежуточная	Безымянный I	$\frac{7}{15}$	—	—
	Спорный	$\frac{7}{15}$	—	—
	Подспорный	$\frac{7}{15}$	—	—
	Двойной	$\frac{7}{15}$	—	$\frac{14}{25}$
	Ударный	$\frac{7}{15}$	—	—
	Садовый	$\frac{7}{15}$	—	—

Все случаи высокой относительной газообильности горных выработок отмечались на западном крыле III синклинали по пластам кемеровской и усятской подсвет вблизи границы между обеими шахтами: на шахте «Суртаиха» — до 15—17 м³/т добычи (пласты Мощный, VII Внутренний); на шахте «Тайбинская» — 21—34 м³/т (пласты VI Внутренний, IV Внутренний). На основании имеющихся данных можно сделать вывод, что эта часть месторождения отличается от соседних повышенной газоопасностью. Однако пока не установлено, какие факторы обуславливают такое явление.

По остальным пластам относительная газообильность горных выработок шахты «Тайбинская» не превышала 4—5 м³/т.

Имеющихся данных о газообильности горных выработок двух рассматриваемых шахт недостаточно для достоверного прогноза на гор. +50 м. Поэтому составленный прогноз является только приближенным: величина ступени газообильности (15 м), а также некоторые из исходных значений средней газообильности выработок верхнего горизонта приняты по аналогии с шахтой «Зиминка» (см. табл. 35).

Шахта им. В а х р у ш е в а примыкает к северным границам поля шахты «Суртаиха» и расположенного к востоку от нее ре-

зернового участка Киселевского-Глубокого. В структурном отношении шахтное поле охватывает западное и часть восточного крыла III синклинали. Оба крыла осложнены дополнительной складчатостью и дизъюнктивными нарушениями. Крупный согласный взброс $B-B$ образует на востоке естественную границу с полем шахты № 12.

Наиболее высокая газообильность горных выработок на гор. +170 м отмечена в антиклинали А — вторичной складке на восточном крыле основной синклинали: на восточном крыле складки по пласту Горелому (Характерному) она достигала 10—18 м³/т, на западном крыле по пласту Прокопьевскому (Горелому) — 13—17 м³/т. Замковая часть этих пластов не имеет выхода под наносы.

В других структурах на этом горизонте газообильность по большинству пластов (за некоторыми исключениями) не превышала 5,5 м³/т.

С переходом горных работ на гор. +70 м максимальная газообильность горных выработок шахты достигла 27 м³/т (пласт Горелый с кваршлага № 9).

Шахты восточного крыла III синклинали. По восточному крылу III синклинали расположены с юга на север следующие шахты: им. Ворошилова, «Красногорская», «Черкасская», № 12 и (в северном замыкании структуры) б. шахта № 5 — район шахты «Краснокаменская», описанный выше. Наибольшая газообильность выработок приурочена, как правило, либо ко вторичным антиклинальным складкам, либо к зонам, примыкающим к наиболее крупным дизъюнктивным нарушениям. В некоторых случаях повышенной газообильностью отличаются ненарушенные пласты, замыкающиеся в осевой части синклинали на большой глубине.

Шахта «Черкасская» находится в южной части Киселевского месторождения. В пределах шахтного поля восточное крыло III синклинали осложнено четырьмя дополнительными антиклинальными складками, а также дизъюнктивными нарушениями, самое крупное из которых — взброс $P-P$ — пересекает все шахтное поле с юга на север в направлении, близком к простиранию пластов. К западу от этого взброса угленосные отложения образуют антиклинали L, Q и Красногорскую; восточное крыло последней срезается плоскостью нарушения. Восточнее взброса $P-P$ расположена почти симметричная антиклиналь N, в замковой части которой пласты погружены под коренные породы, и только в северной части шахтного поля некоторые из них имеют выход под наносы. Восточной естественной границей шахты является Афонинo-Киселевский взброс.

Углы падения пластов — от 60 до 85°.

До гор. +230 м шахтное поле разрабатывалось двумя самостоятельными шахтами — № 7а в северной и № 7б в южной части. Выделения метана на шахте № 7б отмечались только в тупиковых горных выработках. На шахте № 7а максимальные

значения относительной газообильности выработок в крыльях антиклинали N не превышали 4—6 м³/т. После перехода горных работ на гор. +150 м газообильность объединенной шахты быстро возросла.

Западное крыло антиклинали L в северной части шахтного поля наименее газообильно. Это объясняется наличием выходов пластов под наносы вследствие размыва оси складки и их спокойным (без разрывов сплошности) залеганием. Газообильность выработок не превышала здесь 4 м³/т, а южнее, в зоне погружения оси антиклинали под коренные породы, возросла до 6—12 м³/т.

В западном крыле антиклинали Q пласты выходят под наносы на всем своем протяжении, за исключением небольшого участка, примыкающего к осевой части складки. Именно к этому участку приурочены значения газообильности выработок, достигавшие 11—17 м³/т.

На восточном крыле этой же складки и западном крыле Красногорской антиклинали максимальная относительная газообильность выработок составила соответственно 9—10 м³/т (пласты IV и II Внутренние) и 14 м³/т (пласт IV Внутренний вблизи продольного перегиба оси складки).

Наибольшая газообильность горных выработок характерна для пластов, слагающих антиклиналь N — 23—32 м³/т и более. Все пласты, за исключением VI Внутреннего, замыкаются в этой структуре ниже гор. +230 м, чем и обусловлена их высокая природная газоносность. Показателен в этом отношении взрыв метана, происшедший в 1957 г. от искры троллейного электроваза в главном квершлагае гор. +230 м шахты № 76. По этой выработке поступала общешахтная свежая струя воздуха. В результате взрыва вентиляционная струя была опрокинута и в 50 м от места аварии была разрушена замерная станция. Характер взрыва указывает, что вблизи верхняков крепи образовалось местное скопление метана с концентрацией не менее 5,5—6%.

Проникновение газа в выработку, в которой на протяжении 12 лет метана не обнаруживалось, объясняется тем, что в этом месте квершлаг пересекал породы замковой части антиклинали N. В 30—40 м ниже гор. +230 м находились шарниры угольных пластов IV' (Проводник) и IV Внутренних, не имеющих выхода под наносы. В результате проведения подготовительных выработок на гор. +150 м произошло дренирование подземных вод, заполнявших почву квершлага и трещины в породах. До этого вода препятствовала газовыделению из угольных пластов по трещинам; после ее удаления началась интенсивная миграция метана из замковой части пластов в выработки верхнего горизонта. Накопление газа в пространстве за стойками крепи и в пустотах над верхняками происходило постепенно: еще за две недели до аварии в пробе воздуха, отобранной в квершлагае, было обнаружено 0,3% метана, однако на это не было обращено должного внимания. Выделение метана из куполов в верхнюю часть выработки

произошло в результате колебаний депрессии из-за неустойчивости схемы вентиляции шахты.

При изучении трестом «Кузбассуглегеология» газоносности угольных пластов, несмотря на большой объем опробований, были получены результаты, весьма неравномерно распределенные как по площади, так и по стратиграфическому разрезу. Изогазы были построены не по всему шахтному полю, а только по пластам IV, III и II Внутренним в обоих крыльях антиклинали N. В пределах остальных структур полученные значения газоносности пластов были выравнены в функции «глубина — газоносность» с помощью метода наименьших квадратов и данные, соответствующие середине проектируемого этажа, были приняты в качестве исходных для прогноза газообильности горных выработок гор. +50 м (табл. 36).

Гидрошахта «Красногорская» расположена к югу от шахты «Черкасская» и разрабатывает пласты на обоих крыльях Красногорской антиклинали — вторичной складки, образуемой угленосными отложениями на восточном крыле III синклинали. Замковая часть этой антиклинали, возникающей в месте изгиба крыла синклинали в поле соседней шахты им. Ворошилова, вначале круто погружается в северном направлении под коренные породы; примерно на южной границе поля шахты «Красногорская» ось антиклинали перегибается и вновь поднимается к северу, но еще на протяжении 900 м пласты залегают ниже гор. ± 0 м. Западное крыло складки залегают восточного: углы падения пластов изменяются соответственно от 50 до 65° и от 60 до 80°. В пределах шахтного поля выявлен ряд дизъюнктивных нарушений.

Значительные газовыделения начались уже на первом рабочем горизонте (+200 м), и через год после ввода в действие шахта была отнесена к сверхкатегорным. По пласту I Внутреннему зарегистрировано два внезапных выброса угля и газа.

Главными квершлагами гор. +200 м и +100 м шахтное поле разделено на две части — северную и южную, геологическое строение каждой из которых имеет свои особенности. В северной части шахтного поля пласты VI Внутренний, Проводник IV Внутреннего и IV Внутренний почти повсеместно выходят под наносы. Исключение составляет крайняя северная часть шахтного поля, где ось антиклинали под углом 10—15° вновь погружается в северном направлении. Нижележащие пласты даже в осевой части складки залегают под коренными породами.

На восточном крыле Красногорской антиклинали на гор. +200 м наиболее высокая газообильность (17 м³/т) отмечалась в выработках пласта Проводник IV Внутреннего в районе квершлага № 1. Объясняется это значительным опережением горных работ на маломощном пласте Проводник IV Внутреннего по отношению к работам на сближенном мощном пласте IV Внутреннем, из которого при надработке выделялось большое количество газа

Подсвета	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахты «Черкасская» на гор. +50 м				
		антикли- нали L и Q	западное крыло Красно- горской антикли- нали	западное крыло антикли- нали N	восточное крыло антикли- нали N	
Усятская	VI Внутренний	13	17	16	16	
		21	29	28	28	
	Проводник IV Внутреннего .	50	49	36	48	
		75	73	54	72	
	IV Внутренний:					
	1-й слой	24	30	24	22	
		38	47	37	35	
	остальные слои	9	11	8	8	
		19	25	20	18	
	III Внутренний	12	15	21	20	
19		24	36	33		
II Внутренний	14	14	14	13		
	23	24	24	20		
I Внутренний	7	7	7	6		
	12	12	11	10		
Кемеровская	Горелый (Характерный):					
	1-й слой	19	4	5	3	
		31	7	9	4	
	остальные слои	—	2	2	2	
			3	3	3	
	Прокопьевский (Горелый):					
	1-й слой	44	—	—	—	
		65				
	остальные слои	12	—	—	—	
		21				

в выработки вышележащего пласта. Максимальная газообильность выработок пластов VI и IV Внутренних на гор. +200 м составила 9 м³/т; по первому — в сильно дислоцированной зоне, а по второму — вблизи погружения пласта под коренные породы. На менее нарушенном западном крыле складки газообильность горных выработок не превышала 5—9 м³/т. Только в крайней север-

ной части шахтного поля в районе погружения оси антиклинали к северу газообильность выработок пласта IV Внутреннего достигала 20 м³/т.

На гор. +100 м все пласты разрабатываются с применением гидравлической технологии. При выемке на западном крыле пласта Проводник IV Внутреннего с минимальным опережением по отношению к IV Внутреннему газообильность выработок обоих пластов различалась незначительно (соответственно 13—15 и 15—16 м³/т). В условиях же значительного опережения на восточном крыле газообильность выработок на пласте Проводник IV Внутреннего возросла до 37 м³/т.

Для южной части шахтного поля характерно погружение замковых частей пластов под коренные породы на значительную глубину под углом 5—12°. Ввиду затрудненной вековой дегазации в направлении выхода оси складки под наносы угольные пласты здесь отличаются повышенной газосодержимостью. Уже на гор. +200 м газообильность горных выработок по пласту III Внутреннему составила 14 м³/т, а на гор. +100 м газообильность выработок по пласту Проводник IV Внутреннего (в условиях надработки пласта IV Внутреннего) и по самому пласту IV Внутреннему составила соответственно 31 и 16 м³/т.

Наличие данных по двум горизонтам позволило составить прогноз газообильности выработок гор. —20 м горностатистическим методом. Степень газообильности была выведена отдельно для зоны погружения замковой части пластов под коренные породы, где она составила по отдельным пластам от 15 до 21 м, для зоны выхода пластов под наносы — 12—16 м и по пласту III Внутреннему, не выходящему вообще под наносы, — 30 м.

Таблица 37

Подсвета	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахты «Красногорская» на гор. —20 м			
		западное крыло, юг	западное крыло, север	восточное крыло, юг	восточное крыло, север
Усятская	VI Внутренний	16	11	16	13
		37	24	37	30
	Проводник IV Внутреннего .	28	19	28	16
		56	44	56	37
	IV Внутренний	18	13	18	16
		36	26	36	32
	III Внутренний	9	9	9	9
		26	26	26	26

Результаты прогноза приведены в табл. 37. При этом значения максимально возможной газообильности выработок шахтопластов определены с учетом коэффициентов неравномерности газовой выделенности для условий взрывогидравлической технологии добычи угля (см. табл. 21).

Шахта им. Ворошилова находится южнее шахты «Красногорская» и разрабатывает пласты между осью III синклинали на западе и охранным целиком под город Прокопьевск и железную дорогу Белово—Новокузнецк на востоке.

Тектоническое строение поля шахты осложнено вторичной складчатостью и дизъюнктивной нарушенностью. К северу от стволов шахты восточное крыло III синклинали дважды круто изгибается, образуя антиклинальную и синклинальную складки, именуемые Красногорскими. Аналогичные, но значительно меньшие дополнительные синклиналь и антиклиналь имеются вблизи северной границы шахтного поля. Крупный взброс $E-E$ в центре горного отвода с простираем, близким к господствующему простираению угленосных отложений, сдвигает пласты усаятской и кемеровской подсвет. Углы падения пластов в среднем составляют $60-65^\circ$.

Еще в 1943—1944 гг. [67], потом в 1954 г. в подготовительных выработках пластов III Внутреннего и Характерного отмечались сходные с внезапными выбросами динамические явления. Однако вопрос об их классификации долгое время оставался спорным, и только в 1963 г. после крупного выброса на пласте IV Внутреннем шахта была переведена в число опасных по внезапным выбросам угля и газа.

Сложное геологическое строение оказало определяющее влияние на газообильность горных выработок, которая весьма значительно изменяется по простираению пластов даже в пределах отдельных структурных элементов, называемых на шахте крыльями. В соответствии с принятыми геолого-маркшейдерской службой обозначениями различают: нижнее (или восточное), среднее, верхнее и взброшенное крылья. Для анализа данных газообильности горных выработок на действующих горизонтах +140 и +60 м и для прогноза на нижележащий горизонт крылья тектонических структур дополнительно разграничены на пояса (рис. 42).

Сравнительно высокие значения газообильности выработок (до $15-24 \text{ м}^3/\text{т}$ на гор. +60 м) восточного крыла III синклинали к северу от оси Красногорской синклинали отмечались преимущественно в местах, осложненных пликативными (дополнительные складки, флексуры) и дизъюнктивными нарушениями. Для среднего крыла — между осями Красногорской синклинали и одноименной антиклинали — характерна меньшая газообильность выработок (до $12-14 \text{ м}^3/\text{т}$). При образовании вторичной складчатости здесь, по-видимому, преобладали растягивающие усилия, и в этих условиях трещины нарушений содействовали дегазации пластов.

Верхнее крыло — лежащее крыло взброса от юго-восточной границы шахтного поля до оси Красногорской антиклинали — отличается наиболее неравномерным изменением газообильности выработок как по простирацию пластов, так и вкрест простира-ния. Более высокая, как правило, по сравнению с соседними пластами газообильность выработок пласта IV Внутреннего (до 21—24 м³/т) объясняется поступлением газа из надрабатываемых им пластов III Внутреннего, Размытого (нерабочего) и, возможно, II Внутреннего. В меньшей степени надработка влияет на газообильность выработок пласта III Внутреннего (8—9 м³/т). Пласты II и I Внутренние дегазируются при выемке вышележащих пластов. Высокая газообильность отдельных участков на пластах Горелом и Лутугинском (20—39 м³/т) связана в большинстве случаев с различными горнотехническими факторами локального характера, а также с погружением осевых частей пластов вблизи замка Красногорской антиклинали под коренные породы.

Взброшенное крыло к западу от плоскости сместителя примыкает непосредственно к глубоко залегающей замковой части III синклинали. Этим объясняется высокая газообильность (до 22—30 м³/т) горных выработок ряда пластов на гор. +60 м, особенно на участках, где оставлены многочисленные целики в зонах тектонических нарушений.

Прогноз газообильности горных выработок на гор. —40 м выполнен горностатистическим методом с использованием архивных материалов с 1939 г. Достоверность исходных материалов оценивалась на основе закона распределения Стюдента [65]. Значения ступеней газообильности выведены для отдельных пластов по поясам, по которым имелись наиболее представительные данные, и осреднены по шахтному полю в целом (табл. 38, 39).

Таблица 38

Пласт	Расчитанные значения ступени газообильности, м				Принятые значения ступени газообильности, м
	верхнее крыло, юг	верхнее крыло, север	среднее крыло	нижнее крыло	
VI Внутренний	22	27	—	—	24
IV Внутренний	22	—	19	—	21
III Внутренний	29	—	—	—	27
II Внутренний	27	24	—	—	27
I Внутренний	—	—	—	—	27
Характерный	—	—	—	—	27
Горелый	—	22	—	—	22
Лутугинский	15	19	—	—	17
Мощный	—	—	—	22	22

Подсвета	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахт										
		им. Ворошилова на гор. — 40 м						№ 12 на гор. — 100 м				
		взброшенное крыло, юг (VII пояс)	взброшенное крыло, север (VI пояс)	верхнее крыло, юг (IV—V пояс)	верхнее крыло, север (III пояс)	среднее крыло (II пояс)	нижнее крыло (I пояс)	антиклиналь В, западное крыло	антиклиналь В, восточное крыло	антиклиналь L, западное крыло	антиклиналь L, взброшенное крыло	антиклиналь N
Усятская	VI Внутренний	$\frac{9}{15}$	$\frac{8}{22}$	$\frac{9}{24}$	$\frac{9}{24}$	$\frac{9}{25}$	—	—	—	$\frac{16}{32}$	—	—
	IV Внутренний:											
	1-й слой	$\frac{10}{29}$	$\frac{11}{31}$	$\frac{10}{35}$	$\frac{8}{25}$	$\frac{9}{29}$	$\frac{7}{20}$	—	—	$\frac{14}{25}$	—	$\frac{22}{35}$
	остальные слои	$\frac{10}{19}$	$\frac{11}{21}$	$\frac{10}{29}$	$\frac{8}{16}$	$\frac{9}{20}$	$\frac{7}{14}$	—	—	—	—	—
	III Внутренний	$\frac{9}{25}$	$\frac{10}{27}$	$\frac{12}{34}$	$\frac{7}{20}$	$\frac{7}{20}$	$\frac{7}{20}$	—	—	$\frac{14}{25}$	—	$\frac{22}{35}$
	II Внутренний	$\frac{9}{25}$	$\frac{9}{25}$	$\frac{9}{26}$	$\frac{8}{20}$	$\frac{8}{20}$	$\frac{7}{20}$	—	—	$\frac{14}{25}$	—	$\frac{24}{38}$
Кемеровская	I Внутренний	$\frac{8}{23}$	—	$\frac{10}{30}$	$\frac{8}{21}$	$\frac{9}{24}$	$\frac{8}{21}$	—	—	$\frac{14}{25}$	—	$\frac{23}{37}$
	Характерный	$\frac{7}{20}$	—	$\frac{9}{24}$	—	—	—	—	—	—	—	—

Горелый (Характерный):	1-й слой	$\frac{9}{29}$	—	$\frac{9}{29}$	$\frac{7}{21}$	—	$\frac{5}{14}$	—	—	$\frac{14}{22}$	$\frac{23}{35}$	$\frac{24}{36}$
	остальные слои	$\frac{9}{19}$	—	$\frac{9}{19}$	$\frac{7}{14}$	—	$\frac{5}{10}$	—	—	—	—	—
Лутугинский:	1-й слой	$\frac{12}{33}$	—	$\frac{12}{37}$	$\frac{11}{30}$	—	$\frac{6}{19}$	—	—	—	—	—
	остальные слои	$\frac{12}{22}$	—	$\frac{12}{25}$	$\frac{11}{20}$	—	$\frac{6}{13}$	—	—	—	—	—
Прокопьевский (Горелый)	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{18}{29}$	$\frac{14}{25}$	$\frac{20}{31}$	$\frac{25}{40}$
Мощный (Прокопьевский):	1-й слой	—	—	$\frac{11}{36}$	$\frac{8}{24}$	$\frac{5}{14}$	$\frac{8}{26}$	—	$\frac{20}{30}$	$\frac{14}{25}$	$\frac{17}{30}$	$\frac{25}{40}$
	остальные слои	—	—	$\frac{11}{24}$	$\frac{8}{16}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{8}{17}$	—	—	—	—	—
Безымянный (Мощный)	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{30}{45}$	$\frac{25}{40}$	$\frac{15}{24}$	$\frac{20}{30}$	$\frac{27}{41}$
Ишаново-промежуточная	Подспорный	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{14}{25}$	—	—

Шахта № 12 находится к северу от шахты «Черкассовская», на севере она граничит с шахтой «Краснокаменная» (район б. шахты № 5).

Восточное крыло III синклинали в поле шахты № 12 осложнено дополнительной складчатостью и дизъюнктивными нарушениями. С запада на восток распространяются следующие структуры: антиклиналь В, синклинали S, антиклиналь L, антиклиналь N, синклинали Д. Антиклиналь В встречается только в северо-западной части поля. На значительном протяжении ее западное крыло, а южнее вся складка срезаны взбросом. Западное крыло антиклинали L сдвигается дизъюнктивом типа согласного взброса, а замковая часть и восточное крыло срезаны нарушением, которое отделяет эту структуру от соседней антиклинали N. Последняя представлена по всему шахтному полю своим западным крылом, а в центральной и южной частях — также и восточным. На востоке границей шахтного поля является Афонино-Киселевский взброс.

Углы падения пластов преимущественно крутые — до 70° , в замках синклиналей они уменьшаются до 30° и меньше.

На гор. +250 м отмечались только незначительные газопроявления. На гор. +180 м шахта была переведена в сверхкатегорную вследствие резкого повышения газообильности горных выработок пласта Безымянного (Мощного) на западном крыле антиклинали В: в замковой части антиклинали, не имеющей выхода под наносы, она составила по западному крылу $16 \text{ м}^3/\text{т}$, по восточному $9\text{—}12 \text{ м}^3/\text{т}$. Более высокие значения газообильности выработок, расположенных на западном крыле, объясняются большой глубиной залегания замка примыкающей к нему синклинали Е (в поле шахты им. Вахрушева); восточное же крыло полого переходит на сравнительно небольшой глубине в замковую часть синклинали S. Газообильность выработок, проведенных по другим пластам на этом же горизонте, не достигала указанных величин. Наибольшие ее значения (до $9\text{—}12 \text{ м}^3/\text{т}$) отмечались на западном крыле антиклинали N в выработках, проведенных по пластам, замковая часть которых вблизи южной границы шахтного поля погружается под коренные породы: II Внутреннему, I Внутреннему, Горелому (Характерному) и Прокопьевскому II (Горелому).

На гор. +100 м, где горные работы ведутся еще на сравнительно небольшой площади, отмечались отдельные случаи высоких газовойделений — до $17\text{—}27 \text{ м}^3/\text{т}$; в основном же газообильность выработок сравнительно невелика.

Прогноз газообильности горных выработок нижних горизонтов был составлен комбинированным методом: данные газообильности верхнего горизонта использовались совместно с результатами газового опробования пластов при доразведке. Наибольшая газоносность пластов в точках опробования в диапазоне абсолютных глубин от -30 м до -80 м составила $14\text{—}20 \text{ м}^3/\text{т}$. Из-за чрезвычайно сложной тектоники участка и недостаточного числа точек подсечения пластов по каждому из крыльев складчатых структур

не оказалось возможным не только построить карты прогноза газоносности ни по одному из пластов, но даже систематизировать результаты по глубинам в удобной для прогноза газообильности горных выработок форме. Поэтому был принят следующий порядок составления прогноза: подсчитывалась величина возможной газообильности горных выработок на тех же глубинах, на которых отбирались пробы; затем по разности между принятыми к учету значениями газообильности — фактическими и рассчитанными — определялась ступень газообильности; для пластов, по которым исходные данные отсутствовали, ступень принималась по аналогии с соседними пластами и осреднялась по структурам. Ее значения составили: по пластам западного крыла антиклинали В, взброшенного крыла антиклинали L и антиклинали N, кроме пласта Горелого (Характерного), — 13 м; по пласту Горелому (Характерному) — 15 м; по пластам восточного крыла антиклинали В и западного крыла антиклинали L — 16 м.

Результаты прогноза для гор. — 100 м приведены в табл. 39.

Шахты, разрабатывающие пласты IV, V, VI и VII синклиналей.

К востоку от взброса, окаймляющего в черте города Прокопьевска восточное крыло III синклинали, имеется ряд менее крупных складок (с запада на восток): IV синклиналь, Абинская антиклиналь, V синклиналь, Голубевская антиклиналь, VI синклиналь, Малая антиклиналь, VII синклиналь и антиклиналь «Муравейник». Многообразие пликативных форм этой полосы отложений еще более осложнено крупными дизъюнктивными нарушениями. Последние возникли еще до образования складчатости, вызванного боковым давлением со стороны Салаирского кряжа.

Поля шахт (с юга на север) «Центральная», «Коксовая» и «Ноградская», разрабатывающих угленосные отложения IV—VII синклиналей, лежат к востоку от целика под город Прокопьевск и железную дорогу Новокузнецк — Белово. Все три шахты являются сверхкатегорными по газу и опасными по внезапным выбросам угля и газа.

Шахта «Центральная» разрабатывает пласты в замках и крыльях IV, V и VI синклиналей и пласты западного крыла Маганакской антиклинали. Складки характеризуются многочисленными разрывами сплошности.

Наиболее высокая газообильность горных выработок отмечена на западном крыле Маганакской антиклинали: по пласту Проводнику IV Внутреннего (за счет наработки более мощных нижележащих пластов) — до 25 м³/т, по остальным пластам усятской подбиты — 14—16 м³/т. Объясняется это отсутствием выходов пластов под наносы, поскольку антиклиналь замыкается в коренных породах. В остальных структурах газообильность выработок не превышала 10—11 м³/т.

В 1962 г. при углубке ствола № 5 в 280 м от поверхности произошел внезапный выброс угля и газа. В связи с этим пласты VI синклинали на гор. +15 м отнесены к угрожаемому, а пласты

VII синклинали — к опасным по внезапным выбросам угля и газа. Позднее произошло еще два внезапных выброса — при проведении главного квершлага гор. +115 м и грузовой ветви околоствольного двора. Ввиду сильной нарушенности не удалось точно определить, на каких пластах возникли эти выбросы.

Шахта «Ноградская» занимает крайнюю северо-восточную часть рассматриваемой полосы геологических структур, приуроченную в тектоническом отношении к антиклинали «Муравейник». Замковые части пластов погружаются в северо-западном направлении под коренные породы в среднем под углом 15° . На западном крыле антиклинали пласты имеют выдержанный угол падения — $50-55^\circ$. Восточное крыло срезано крупным взбросом, образующим естественную границу шахтного поля, и осложнено дополнительными складками. Другими крупными нарушениями являются древние надвиги, повторяющие все пликативные формы участка; между ними заключена так называемая дважды смещенная часть верхних пластов.

Большинство пластов шахты опасно по внезапным выбросам угля и газа. На пласте Горелом зарегистрировано шесть случаев внезапных выбросов, на пласте III Внутреннем — три, на пласте Характерном — два случая; на шести других пластах отмечено по одному случаю.

Газообильность горных выработок достигала больших значений уже на гор. +225 м (по пласту Горелому на отдельных участках — до $18 \text{ м}^3/\text{т}$). На гор. +125 м максимальная газообильность составляла $12-30 \text{ м}^3/\text{т}$, а по пласту Проводнику IV Внутреннего, надрабатывающему мощный пласт IV Внутренний в дважды смещенной части, даже достигала $36-39 \text{ м}^3/\text{т}$. На гор. +25 м максимальная газообильность участков по большинству пластов составляла $22-31 \text{ м}^3/\text{т}$, а в отдельных случаях достигала $40 \text{ м}^3/\text{т}$ (пласты III Внутренний, Горелый). Более высокие значения (см. табл. 4) относятся к участкам с нерегулярной добычей и поэтому нехарактерны. Наиболее высокая газообильность отмечалась на участках, где ось антиклинали погружалась под коренные отложения или лежащие крылья дизъюнктивов были изолированы от выходов под наносы.

Прогноз газообильности для гор. —75 м составлен горностатистическим методом отдельно по четырем поясам (табл. 40). Степень газообильности рассчитывалась вначале по каждому пласту, однако вследствие большого разброса результатов, объясняемого различной представительностью исходных данных, ее значения осреднялись в целом по поясам и составили: для западного крыла антиклинали — 20—21 м, для замковой части (севернее квершлага № 5) — 18 м, для дважды смещенной части — 14 м.

Шахта «Коксовая», поле которой расположено между двумя предыдущими, разрабатывает месторождение, представленное тремя крупными антиклиналями — Абинской, Голубевской и Малой, разграничивающими соответственно V, VI и VII синкли-

Подсвета	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахты «Ноградская» на гор. -75 м			
		западное крыло антиклинали «Муравейник»		замковая часть антиклинали «Муравейник»	дважды смещенная часть
		от южной границы шахты до главных квершлагов	от главных квершлагов до квершлага № 5		
Усятская	VI Внутренний	9	7	10	—
		19	16	21	—
	Проводник IV Внутреннего	15	14	22	31
		29	28	39	56
	IV Внутренний	9	10	16	19
		19	20	32	37
	III Внутренний	20	11	9	16
		40	22	19	31
	II Внутренний	20	9	14	—
		40	20	28	—
I Внутренний	12	12	15	—	
	24	24	30	—	
Кемеровская	Характерный	15	17	21	—
		31	35	42	—
	Горелый	23	17	19	—
		42	33	38	—
	Лутугинский	10	20	24	—
		20	39	43	—

нали. Восточное крыло Голубевской антиклинали разорвано крупным несогласным взбросом, восточное крыло VII синклинали также осложнено нарушениями в висячем боку. Наличие дизъюнктивов вызвало в ряде случаев колебания газообильности горных выработок по простиранию пластов на одних и тех же горизонтах.

Шахта «Коксовая» — самая глубокая в Прокопьевско-Киселевском районе. Данных о газообильности выработок отработанных гор. +265 и +215 м не сохранилось, а на гор. +165 м она, как правило, не превышала 5 м³/т. На действующих гор. +65 и -35 м наиболее высокая газообильность выработок (15—40 м³/т)

отмечалась на пластах, слагающих V и VI синклинали, а на пласте Мощном даже на гор. +65 м она достигала 51—83 м³/т. Столь высокий уровень газовыделения отмечался в замковой части пласта в Голубевской антиклинали на участке гидродобычи, а также на участках западного крыла Малой антиклинали, которые разрабатывались слоевыми системами.

Все пласты восточного крыла VII синклинали и пласт Безмянный I ее западного крыла (восточного крыла Малой антиклинали) отнесены к опасным по внезапным выбросам угля и газа.

Прогноз газообильности горных выработок на гор. —135 м (табл. 41) составлен горностатистическим методом. При определении степени газообильности для пластов по крыльям складок использовались данные более чем за 15-летний период и производилась оценка их достоверности на основе закона распределения Стюдента [65]. Рассчитанные значения степеней газообильности составили 15—24 м.

Т а б л и ц а 41

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахты «Коксовая» на гор. —135 м			
		восточное крыло V синклина- ли, север	восточное крыло V синклина- ли, юг	восточное крыло VI синклина- ли, север	восточное крыло VI синклина- ли, юг
Усятская	VI Внутренний	7	—	18	15
		14		38	36
	IV Внутренний	7	6	17	15
		14	12	36	36
	III Внутренний	7	6	17	14
		14	12	36	34
	II Внутренний	8	9	21	16
		16	18	44	34
	I Внутренний	9	9	17	13
		18	18	36	30
Кемеровская	Характерный	8	7	16	12
		16	14	34	28
	Горелый	8	9	22	23
		16	18	48	56
	Лутугинский	11	12	30	31
		22	24	64	76
	Мощный	48	43	57	52
		96	86	114	104

В связи со сходными геологическими условиями газообильность выработок пластов западного крыла V синклинали, по которому не имелось исходных данных, была приравнена к газообильности выработок по ее восточному крылу, а выработок западного крыла VII синклинали — к газообильности выработок по восточному крылу VI синклинали. Разработка пластов западного крыла VI синклинали не предусматривается.

Шахты в пределах Сложной Маганакской синклинали. Сложная Маганакская синклиналь находится в крайней юго-восточной части Прокопьевско-Киселевского месторождения. Отложения ее представлены 14 антиклиналями и синклиналями, каждая из которых раздроблена целым рядом крупных и мелких дизъюнктивных нарушений, преимущественно взбросов.

В пределах Сложной Маганакской синклинали расположены три действующие шахты (с юга на север): «Красный уголекоп», «Маганак» и «Северный Маганак». Комплексным проектом развития Кузбасса предусматривается объединение шахт «Маганак» и «Красный уголекоп» в одну производственную единицу — шахту «Красный уголекоп». Все три шахты отнесены к сверхкатегорным по газу; на шахте «Красный уголекоп» к тому же зарегистрирован внезапный выброс угля и газа (в зоне дизъюнктива, пласт не установлен). Наибольшая газообильность выработок приурочена, как правило, либо к замкам антиклиналей, либо к зонам, примыкающим к крупным нарушениям сплошности пластов.

Шахта «Красный уголекоп» (объединенная). Поле шахты имеет весьма сложное тектоническое строение, с интенсивной складчатостью и большим числом дизъюнктивных нарушений, как крупных, так и мелких. Между взбросом $R-R$, образующим естественную восточную границу шахтного поля, и двумя другими крупными дизъюнктивами, сопровождаемыми мощной зоной разлома пород, две складки — Лучшевская антиклиналь (восточное крыло которой, в основном, срезано) и одноименная синклиналь — образуют обособленный Лучшевский участок.

На основном поле объединенной шахты выделяются с северо-востока на юго-запад четыре синклинали: a , Д, С и Н, разделяемые одноименными антиклиналями; синклиналь и антиклиналь a переходят к северу в Маганакскую антиклиналь. Углы падения пластов на Лучшевском участке составляют $40-60^\circ$; на основном поле преобладают углы $60-80^\circ$, местами до 90° и даже встречается опрокинутое падение.

Газообильность горных выработок на угольных пластах Лучшевского участка изменялась на гор. +170 м от незначительной до $13 \text{ м}^3/\text{т}$. Наибольшая величина относится к пласту I Внутреннему, который выше действующего горизонта срезан нарушением $R-R$, препятствовавшим миграции газа к поверхности. Остальные пласты имеют выход под наносы, и газообильность их выработок не превышала $10-11 \text{ м}^3/\text{т}$. В пределах основного поля наиболее высокая газообильность ($19 \text{ м}^3/\text{т}$) горных выработок этого

же горизонта была отмечена при разработке пласта Мощного в замке антиклинали С. При разработке пластов Маганакского участка на гор. +180 м наиболее высокие значения газообильности выработок (12—20 м³/т) на пластах II Внутреннем, Безымянном II и Мощном приурочены к замковой части антиклинали Д вблизи погружения соответствующих пластов под коренные породы.

Прогноз газообильности шахты на гор. +50 м составлен комбинированным методом, т. е. с одновременным использованием результатов определения природной газоносности пластов и данных фактической газообильности выработок по отработанным и действующим горизонтам. Применение такой методики обусловлено тем, что геологоразведочные работы по определению природной газоносности пластов проводились только в границах поля действующей шахты «Красный уголек», притом преимущественно на Лучшевском участке. По этому участку, а также по пластам ишаново-промежуточной и алыкаевской подсвет основного поля прогноз составлен на основе данных газоносности пластов. При этом для уточнения характера увеличения газоносности с глубиной определялись ее первоначальные значения на действующем горизонте по данным газообильности горных выработок путем «обратного» пересчета по формулам, применяемым для прогноза газообильности [21, 25].

По остальным пластам основного поля шахты «Красный уголек» и полю шахты «Маганак» прогноз составлен горностатистическим методом; ступень определялась по нарастанию газообильности горных выработок на тех участках, для которых прогноз составлялся по данным природной газоносности угольных пластов, и принята по всему полю равной 25 м (табл. 42).

Шахта «Северный Маганак» примыкает к северной границе поля действующей шахты «Маганак». Наиболее крупной пликативной формой в пределах горного отвода является Маганакская антиклиналь. В северной части шахтного поля она представлена широким замком, где угол падения пластов уменьшается до 25—35°. Южнее, в лежащем крыле надвига антиклиналь имеет острый замок и асимметричное строение: угол падения юго-западного крыла составляет 35—40°, северо-восточного — 75—80°. Оба крыла складки, особенно северо-восточное, осложнены многочисленными разрывными деформациями, а юго-западное, кроме того, мелкими флексурами. Менее крупные пликативные формы — II Караульская синклиналь к востоку от Маганакской антиклинали, I Караульская синклиналь и Караульская антиклиналь к западу от нее — тоже асимметричны. II Караульская синклиналь представлена в основном западным крылом, восточное срезано нарушением.

Горные работы ведутся на глубине от 90 до 180 м (гор. +250 и +150 м). На гор. +150 м наиболее высокая газообильность выработок отмечена на пластах Проводник IV Внутреннего (до 20 м³/т), IV Внутреннем (19 м³/т) и Горелом (18—26 м³/т).

Таблица 42

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) на гор. +50 м шахт						
		«Красный уголек»			«Северный Маганак»			
		Лучшецкий участок	Западный участок		Юг шахтного поля			Север шахтного поля
основное поле	маганакское поле		в 1,2 км от южной границы	центральная часть	к северу от кварцита № 6			
Усятская	VI Внутренний	4	—	—	18	14	11	9
		8	—	—	64	64	36	18
	V Внутренний	3	—	—	4	5	5	—
		6	—	—	15	26	21	—
	Проводник	6	—	—	16	48	88	13
		13	—	—	39	110	130	26
	IV Внутренний	5	—	—	24	11	13	11
		9	—	—	47	38	40	21
	III Внутренний	3	—	8	28	12	31	7
		6	—	16	62	24	80	12
	II Внутренний	3	—	8	12	5	12	6
		7	—	16	36	17	36	12
	I Внутренний	3	—	7	—	3	10	8
		7	—	14	—	7	42	17
Кемеровская	Характерный	11	—	7	—	—	10	7
		19	—	14	—	—	37	13
	Надгорелый	—	7	7	—	—	1	—
		—	14	14	—	—	5	—
	Горелый	16	7	7	—	—	8	7
		26	13	24	—	—	33	13
	Лутугинский	4	8	7	—	—	—	—
		9	16	15	—	—	—	—
	II Прокопьевский	—	8	9	—	—	—	—
		—	16	16	—	—	—	—
I Прокопьевский	—	—	5	—	—	—	—	
	—	—	11	—	—	—	—	

Подсвета	Пласт	Ожидаемая газообильность (м³/т) на гор. +50 м шахт						
		«Красный углекоп»		«Северный Маганак»				
		Лучевский участок	Западный участок		Юг шахтного поля			Север шахтного поля
основное поле	маганакское поле		в 1,2 км от южной границы	центральная часть	к северу от квершлага № 6			
Ишаново-промежуточная	Мощный	—	14	8	—	—	—	—
			46	27				
	II Безымянный	—	11	7	—	—	—	—
			37	23				
	I Безымянный	—	—	7	—	—	—	—
				26				
	Подспорный	—	24	—	—	—	—	—
			43					
	Двойной	—	6	—	—	—	—	—
			12					
	Садовый	—	5	—	—	—	—	—
			10					
	Пионер	—	3	—	—	—	—	—
			5					
Встречный	—	3	—	—	—	—	—	
		5						
Алыкаевская	Проводник Пятилетки	—	3	—	—	—	—	
			6					
Пятилетка	Пятилетка	—	8	—	—	—	—	
			16					
			2					
Сложный	Сложный	—	2	—	—	—	—	
			5					

В первом случае это объясняется надработкой мощного пласта IV Внутреннего. Максимальные значения газообильности выработок на пластах IV Внутреннем и Горелом отмечались при выемке монтажного слоя в условиях применения системы разработки с гибким перекрытием.

Прогноз газообильности выработок на гор. +50 м для северной части шахтного поля (висячего крыла) составлен горностатистическим методом, исходя из данных фактической газообильности действующего горизонта, так как в этом крыле природная газоносность угольных пластов не определялась. Степень газообильности принята равной 20 м по аналогии с соседними шахтами.

Для южной части (лежачего крыла) прогноз газообильности выработок составлен по данным природной газоносности угольных пластов, полученным при доразведке.

Особенностью, впервые отмеченной при анализе материалов газового опробования юго-западного крыла Маганакской антиклинали, является уменьшение газоносности пластов с приближением точки опробования к разрыву пласта дизъюнктивным нарушением (по сравнению с другими точками на той же самой или даже большей глубине). Так, в ряде случаев установлено снижение газоносности нижележащих пластов по разрезу скважин по сравнению с газоносностью вышележащих пластов, если последние подсечены на большем расстоянии от взброса 11—11 (табл. 43). Следовательно, дизъюнктивные нарушения вблизи замковой части Маганакской антиклинали в лежащем крыле надвига оказали дренирующее действие на газоносность угольных пластов в радиусе 300—400 м от трещин разрыва.

Т а б л и ц а 43

Пласт	Скважина № 6336, Безымянная разведочная линия		Скважина № 6414, IV Караульная разведочная линия	
	Газоносность, м ³ /т	Расстояние от взброса, м	Газоносность, м ³ /т	Расстояние от взброса, м
IV Внутренний	21,8	510	—	—
III Внутренний	18,2	440	22,9	365
II Внутренний	16,6	405	—	—
I Внутренний	18,0	370	19,7	310
Характерный	15,2	300	—	—

По данным опробования была получена зависимость газоносности угольных пластов от глубины их залегания. По принятым значениям газоносности была рассчитана ожидаемая газообильность горных выработок шахты на гор. +50 м (см. табл. 42).

Араличевский и Бунгуро-Чумышский районы. В освоенной горными работами части Араличевского района (рис. 43) выделяются две крупные структуры — Араличевская и Редаковская брахиантиклинали, осложненные дополнительной складчатостью.

В южной части первой из них отмечается значительная дизъюнктивная нарушенность. Площадь между обеими основными брахиантиклиналями заполнена отложениями безугольной кузнецкой свиты.

На западе с Араличевским районом граничит Бунгуро-Чумышский район. Тектоника Бунгуро-Чумышского района весьма сложная: отложения образуют ряд складок, преимущественно типа

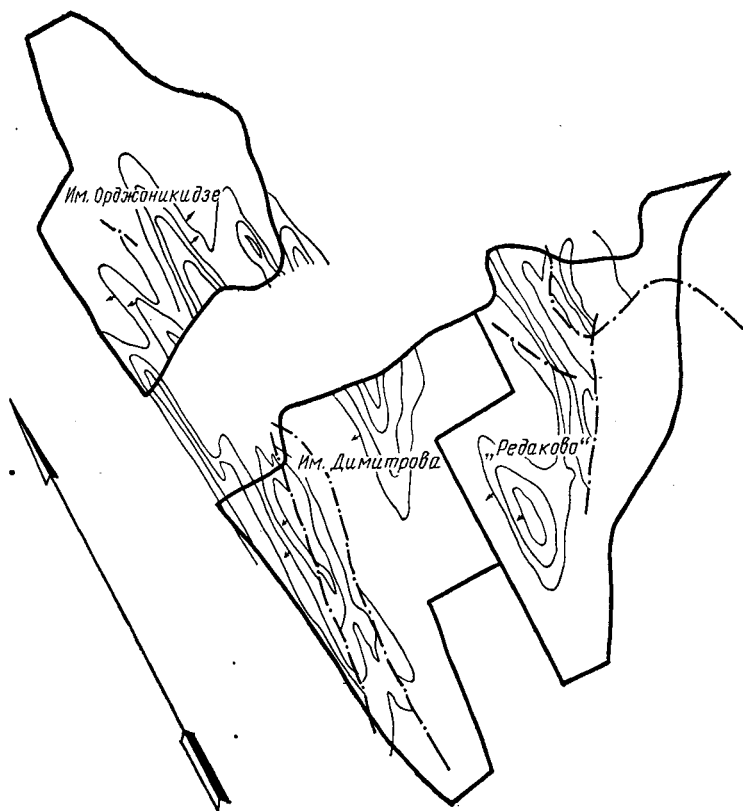


Рис. 43. Расположение полей шахт Араличевского района

гемисинклиналей и гемантиклиналей, не имеющих южных периклиналильных окончаний. На юго-востоке свиты угольных пластов распространяются в пределы Кондомского района.

В Араличевском районе имеются три действующие шахты, в Бунгуро-Чумышском — одна (и угольный разрез). Вместе они образуют западную группу шахт г. Новокузнецка (табл. 44).

Шахта им. Димитрова расположена в южной части Араличевской брахиантиклинали и состоит из двух обособленных

Шахты	Год ввода в действие	Отметка откаточного штрэка нижнего горизонта, м	Категория по газу на конец 1971 г.	Горизонты, намеченные к освоению, м	Методика прогноза (типовые случаи)	Примечание
Араличевского района «Редаково»	1939	+70	Сверхкатегорная	—	—	
Им. Димитрова:						
Димитровский район	1934	+130	» }	±0	VIб	Разрабатывает пласты, опасные по выбросам
Западный район . .	1944	+100	» }			
Им. Орджоникидзе . . .	1930	±0	»	—	—	То же
Бунгуро-Чумышского района «Бунгурская»:						
Бунгурский район .	1949	+210	II	—	—	
Листвянский район .	1955	+265	II	—	—	

районов. Димитровский район (первоначальное поле собственно шахты им. Димитрова) охватывает пласты Тешевской, Ананьевской и Дополнительной антиклиналей, в наибольшей степени нарушенных дизъюнктивами различного типа и амплитуды (до 360 м); Западный район (б. шахта «Западная») — пласты Копылинской и частично Северо-Горбунихинской складок. Углы падения складок более крутые (до 80—90°) по восточным крыльям антиклиналей (кроме Северо-Горбунихинской) и менее крутые (40—50° и меньше) — по западным.

Газообильность горных выработок шахты на действующих горизонтах весьма высока. В Димитровском районе максимальная газообильность участков на всех пластах, кроме I, достигала 28—39 м³/т, а по результатам замеров в общей исходящей струе — даже 50—55 м³/т. Еще выше газообильность в Западном районе: наибольшие значения на гор. +100 м составляли 78—82 м³/т. Такая исключительная для Кузбасса газообильность шахты объясняется сочетанием ряда факторов: высокой степени метаморфизма и соответственно повышенной газоёмкости углей [2, 37, 60, 66]; тектонических условий — наибольшие значения газообильности приурочены к замкам антиклиналей, погруженным под коренные породы, и к зонам дизъюнктивных нарушений, изолирующих нижележащую часть пластов от выходов под наносы; сближенности пластов, способствующей перетоку газа из надрабатываемых и подрабатываемых пластов в выработки разрабатываемых пластов;

оставления в зонах нарушений многочисленных целиков, являющихся дополнительными источниками метана; схемы проветривания шахты, при которой в общую исходящую струю выделяется метан из большого числа отработанных выемочных полей.

При проведении заезда к электровозному депо при подготовке горизонта ± 0 м Димитровского района в 1970 г. произошел внезапный выброс угля и газа.

Прогноз для гор. ± 0 м (табл. 45) составлен горностатистическим методом. Значения ступеней газообильности по отдельным складкам составляют от 8 до 18 м.

Т а б л и ц а 45

Подсвета	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахты им. Димитрова на гор. ± 0 м			
		Димитровский район		Западный район	
		Тешевская антиклиналь	Ананьевская антиклиналь	Копылихинская антиклиналь	Северо-Горбунихинская антиклиналь]
Усятская	II	27	38	28	37
		45	57	46	64
	IV	29	20	27	40
		57	33	46	65
	V	23	16	21	31
		38	33	34	54
	VI—VII	28	—	40	—
		52	—	80	—

Кондомский район. Кондомский район (рис. 44) занимает крайнюю часть Кузнецкого бассейна на площади южного замыкания основной мульды. Продуктивные отложения слагают крупную Кондомскую синклинали, крылья которой местами осложнены дополнительной складчатостью. На западном крыле синклинали наиболее значительными вторичными структурами являются Тырганская и Шушталепская антиклинали с крутым падением пластов — до 75°. Восточное крыло Кондомской синклинали отличается пологим залеганием пластов под углами 10—12°. В северо-восточной части района отложения образуют пологую Чернокалтанскую антиклиналь.

Кондомский район еще сравнительно мало освоен промышленностью. Угли разрабатываются двумя шахтами (табл. 46).

Низкая газообильность шахт объясняется сравнительно небольшой глубиной разработки, а также благоприятными для вековой дегазации углей условиями залегания угленосных свит.

Шахта «Алардинская» находится на площади южного замыкания Кондомской синклинали. В пределах горного отвода залегают пласты усятской, кемеровской и ишаново-промежуточной подсвит. Пласт I, вскрытый обособленно штольной на гор. +245 м

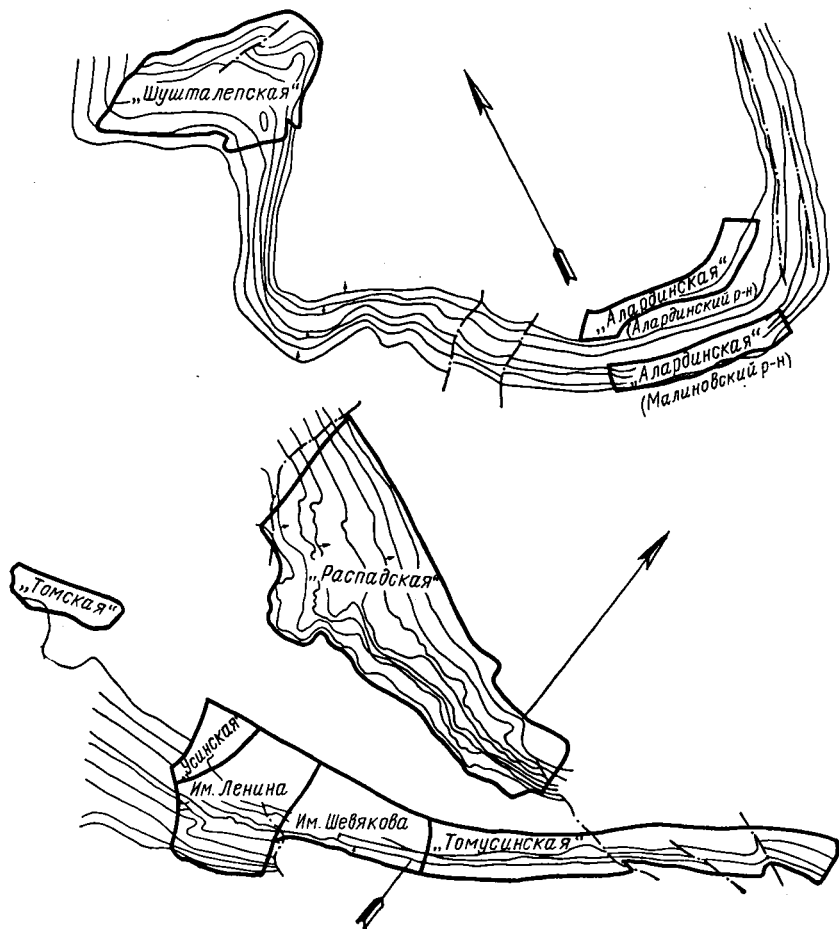


Рис. 44. Расположение полей шахт Кондомского (вверху) и Томь-Усинского (внизу) районов

и тремя капитальными уклонами, выделен в Алардинский район (бывшая шахта «Алардинская I»). Последующие рабочие пласты со 2-го по 11-й, который является нижним пластом кемеровской подсвиты, предусмотрены к разработке открытым способом. Пласты ишаново-промежуточной подсвиты выделены в Малиновский район (бывшая шахта «Малиновская») с обособленной от Алар-

Шахты Кондомского района	Год ввода в действие	Отметка откаточного штрека нижнего действующего горизонта, м	Категория по газу на конец 1971 г.	Горизонты, намечаемые к освоению, м	Методика прогноза (типовые случаи)
«Шушталепская»	1950	+225	I	+60	I
«Алардинская»:					
Алардинский район	1968	+230	III	±0	I
Малиновский район	1957	+245	I	±0	III

динского района сетью горных выработок и системой проветривания. Преобладают углы падения пластов 16—18°.

Как показало опробование при доразведке участка, газоносность пласта I по простиранию неодинакова. В центральной части шахтного поля отмечается довольно равномерное нарастание ее с глубиной, а к западу и, особенно, к востоку увеличение газоносности становится более интенсивным. Резкое увеличение газоносности пласта в восточном направлении может быть объяснено снижением газопроницаемости угля в зоне изгиба пласта.

Максимальная газообильность выработок 10 м³/т.

Прогноз газообильности на гор. ±0 м был выполнен отдельно по трем поясам.

Малиновский район в геологическом отношении мало отличается от Алардинского, но не захватывает зоны изгиба пластов в восточной части поля. Газообильность горных выработок на действующем горизонте +245 м незначительна. Ввиду сходных условий залегания газоносность угольных пластов по всему Малиновскому району была приравнена к газоносности пласта I на той же глубине от поверхности в центральной и западной части Алардинского района. При прогнозе (табл. 47) учитывались взаимное влияние сближенных пластов и предполагаемая разработка мощного пласта 21 с разделением на слои.

Шахта «Шушталепская» расположена на северо-западном и частично юго-восточном крыльях Шушталепской антиклинали. Углы падения северо-западного крыла не превышают 45° и уменьшаются в верхней части разреза; на юго-восточном крыле они изменяются от 6 до 75°. Тектоника шахтного поля осложнена двумя вторичными синклиналями асимметричного строения — Ключевской и Дополнительной, а также дизъюнктивными нарушениями, крупнейшее из которых — поперечный взброс — охватывает всю верхнюю группу пластов от I до X (нижняя пачка).

Прогноз газообильности шахты на гор. +60 м составлен по данным газоносности угольных пластов с разбивкой шахтного

Таблица 47

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахты «Алардинская» на гор. ±0 м			
		восточная часть Алар- динского района	центральная часть Алар- динского района	западная часть Алар- динского района	Малиновский район
Усятская	1	29	15	9	—
		43	23	17	—
Ишаново- промежуточ- ная	14а	—	—	—	5
	16	—	—	—	12
					7
	17	—	—	—	14
					7
	19	—	—	—	14
					13
	21: 1-й слой	—	—	—	26
					7
	остальные слои	—	—	—	14
					4
	21а	—	—	—	6
5					
23	—	—	—	10	
				4	
28	—	—	—	9	
				16	
29	—	—	—	29	
				4	
30	—	—	—	8	
				4	
				8	

поля на пояса в соответствии с намечаемой блочной схемой вскрытия (табл. 48).

Томь-Усинский район. Томь-Усинский район (см. рис. 44) расположен на площади крайнего юго-восточного замыкания Кузнецкой котловины. В районе развиты отложения всех продуктивных свит как балахонской, так и кольчугинской серии. Угольные пласты кольчугинской серии образуют в северо-западной части района обособленное Распадское месторождение (см. § 14).

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахты «Шушталепская» на гор. +60 м				
		лежащее крыло нарушения	юго-восточное крыло Шушталепской антиклинали	северо-западное крыло Шушталепской антиклинали		
				восточная часть	западная часть	
Усятская	I	—	5	8	7	
			15	47	21	
	II	—	12	14	11	
			32	26	30	
	II-бис	—	4	8	—	
			8	16		
	III	—	19	11	—	
			34	17		
	IV:	I-й слой	11	12	12	14
			25	27	21	28
		остальные слои	11	—	—	—
			18			
	IV-бис	—	4	—	—	—
			7			
	V:	I-й слой	3	6	6	9
			5	12	19	16
		остальные слои	3	—	6	—
		4		16		
V-бис	—	9	3	19	14	
		18	6	31	24	
Кемеровская	VI	7	4	13	8	
		14	8	26	14	
	VII	2	≤2	4	6	
		4		40	12	
	VIII	4	≤2	3	2	
		11		6	6	
	IX	—	≤2	—	—	
		X (верхняя пачка)	8	8	13	10
		13	15	22	18	
	X (нижняя пачка)	6	6	5	—	
8		10	10	—		

Подсвета	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахты «Шушталепская» на гор. +60 м			
		лежачее крыло нарушения	юго-восточное крыло Шушталепской антиклинали	северо-западное крыло Шушталепской антиклинали	
				восточная часть	западная часть
Ишаново-промежуточная	XVI	—	5 9	8 15	<2
	XVIIIa	—	7 11	15 28	10 16
		XIX	—	7 16	3 6
	XX	—	15 27	—	—
		XXI	—	10 17	10 19
	XXII		—	15 28	10 16
		XXIII	—	2 5	2 4
	XXV		—	—	14 23
		XXVI	—	—	3 6
	XXVIII		—	—	5 10
		XXIX	—	—	4 8
	XXXI		—	—	8 14
		XXXII	—	—	3 4
	XXXIII		—	—	<2

Поля шахт, разрабатывающих пласты балахонской серии, расположены вдоль северного крыла основной тектонической структуры района — Главного моноклинала. В северо-восточном направлении, на правом берегу рек Томи и Усы, тектоника района осложняется и моноклинал переходит в Центральную складчатую зону.

На полях действующих шахт залегание пластов пологое (7—25°).

Зона Главного моноклинала осложнена многочисленными флексурными складками, а также дизъюнктивными нарушениями типа надвигов и взбросов. В северо-восточной части района в поле перспективной шахты «Томусинская» они придают всей толще чешуйчатое строение. Падение плоскостей сместителей — северо-западное, при слабом диагональном, местами параллельном простирании по отношению к угленосной толще. Нарушения встречаются также в полях действующих шахт.

Таблица 49

Шахты Томь-Усинского района	Год ввода в действие	Отметка откаточного штрека нижнего действующего горизонта, м	Категория по газу на конец 1971 г.	Горизонты, намечаемые к освоению, м	Методика прогноза (типичные случаи)	Примечание
«Томская»	1963	+100	Сверхкатегорная	+50	III	Будет объединена с шахтой им. Ленина
«Усинская»	1953	+145	То же	—	—	
Им. Ленина Им. Шевякова	1953	+245	II	±0	I	Проектируется
	1962	+260	II	±0	I	
«Томусинская»	—	—	—	±0	III	

Пласты разрабатываются четырьмя шахтами (табл. 49). К северо-востоку от них проектируется закладка новой шахты.

Шахта «Усинская» переведена в число сверхкатегорных по газу еще в период работы на штольневом горизонте в результате эпизодических высоких газовыделений в горные выработки. В настоящее время шахтой разрабатывается пласт III с разделением на слои и применением при выемке нижнего слоя комплекса КТУ. Наиболее высокая газообильность выработок (13—18 м³/т) отмечена в верхнем (монтажном) слое, что в значительной мере обусловлено выделением метана из временно невынимаемой толщи нижележащих слоев.

Шахта «Томская» расположена в юго-западной части района, на левом берегу реки Томи. Здесь разрабатывается уклон-

ное поле пласта I, вскрытое наклонными стволами. Горными выработками встречено большое число локальных тектонических нарушений типа чешуйчатых надвигов. Вблизи некоторых из них отмечались повышенные газовыделения из забоев, стенок и почвы подготовительных выработок, особенно в уклонах по пласту III, приводившие к длительным остановкам работ. С увеличением глубины разработки шахта была в 1971 г. переведена в сверхкатегорную по метану, так как ее относительная газообильность по результатам замера в общей исходящей струе составила 17 м³/т.

Таблица 50

Прогноз газообильности шахты на гор. +50 м (табл. 50) составлен по данным газоносности угольных пластов.

Шахты им. Ленина и им. Шевякова. По геологическому строению и залеганию пластов поля шахт сходны с остальными шахтными полями района. Для их тектонического строения характерно наличие большого числа диагональных нарушений небольшой амплитуды. Гористый рельеф местности обуславливает значительные колебания глубины горных работ от поверхности на одном и том же горизонте. Газопроявления

приурочны главным образом к местам повышения рельефа. Разрабатываются верхние пласты разреза (кроме пласта I, который здесь отсутствует); преобладает слоевая выемка с применением комплекса КТУ.

Прогноз газообильности выработок на гор. ±0 м (табл. 51) составлен на основе карт прогноза газоносности угольных пластов треста «Кузбассуглегеология» по полю шахты им. Ленина и Томь-Усинскому району в целом.

Шахта «Томусинская» (перспективная). Поле шахты, простирающееся на 14 км к северо-востоку от границы шахты им. Шевякова, расположено на площади более крутого падения пластов Главного моноклинала (до 30—40°) и перехода в Центральную складчатую зону.

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахты «Томская» на гор. +50 м	
Усятская	I	5	
		9	
	III:	1-й слой	37
			55
		остальные слои	14
	IV—V:	1-й слой	25
			37
		остальные слои	9
	VI:	1-й слой	16
			24
		остальные слои	36
			5
			9

Таблица 51

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) на гор. ±0 м шахт					
		им. Ленина	им. Шевякова	«Томусинская»			
				участки Усинские 9—12	участки Березовские I—VII	прирезка к участкам Березовским	
Усятская	III:						
	1-й слой	<u>67</u>	<u>57</u>	<u>47</u>	<u>54</u>	<u>61</u>	
		100	85	75	85	97	
	остальные слои	<u>16</u>	<u>15</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	
		26	24	18	19	20	
	IV—V:						
	1-й слой	<u>44</u>	<u>38</u>	<u>35</u>	<u>40</u>	<u>58</u>	
		66	57	56	65	77	
	остальные слои	<u>6</u>	<u>5</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	
		10	9	14	15	21	
	Кемеровская	VI:					
		1-й слой	<u>42</u>	<u>37</u>	<u>31</u>	<u>32</u>	<u>33</u>
			63	56	50	51	53
		остальные слои	<u>16</u>	<u>13</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
		26	21	11	11	13	
VIa		<u>24</u>	<u>19</u>	<u>36</u>	<u>39</u>	<u>45</u>	
		36	30	58	62	72	
VIII—IX:							
1-й слой		<u>26</u>	<u>22</u>	<u>41</u>	<u>47</u>	<u>56</u>	
		39	33	66	75	89	
остальные слои		<u>8</u>	<u>7</u>	<u>11</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	
		14	12	17	17	18	
XI		<u>12</u>	<u>10</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	
		19	17	20	22	25	
XII		<u>14</u>	<u>12</u>	<u>20</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	
		22	19	31	35	36	
XIII		<u>41</u>	<u>38</u>	—	—	—	
	62	57					
XIV	—	—	<u>40</u>	<u>43</u>	<u>47</u>		
			65	70	75		
XVI	<u>35</u>	<u>32</u>	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>7</u>		
	53	48	9	10	10		
XVII		<u>3</u>	<u>3</u>	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	
		5	5	9	10	10	

Поле детально не разведано. Однако данные анализа проб угольных пластов, обобщенные по району, показали, что на уровне отметки ± 0 м газоносность большинства пластов имеет тенденцию к некоторому повышению в северо-восточном направлении; которое объясняется увеличением относительной глубины от поверхности в соответствии с рельефом местности. Количественно это возрастание газоносности может быть ориентировочно выражено горизонтальным градиентом $0,4 \text{ м}^3/\text{т}$ на 1 км по простиранию. Исходя из этого было принято, что природная газоносность на уровне проектируемого этажа на рабочем горизонте ± 0 м будет иметь следующие значения в поле шахты «Томусинская»: в юго-западной части (разведочные участки Усинские 9—12 и Березовские I, II, III) — $23,5 \text{ м}^3/\text{т}$; в центральной части (участки Березовские V, VI, VII) — $25 \text{ м}^3/\text{т}$; в северо-восточной части (прирезка к участкам Березовским) — $27 \text{ м}^3/\text{т}$. Прогноз газообильности шахты составлен до гор. ± 0 м (см. табл. 51).

§ 14. ПРОГНОЗ ГАЗОБИЛЬНОСТИ ШАХТ В РАЙОНАХ КОЛЬЧУГИНСКОЙ СЕРИИ

Ленинский район. Основной тектонической структурой района является Ленинская синклиналь. Большинство действующих шахт расположено на ее более пологом северо-восточном крыле. Верхние пласты стратиграфического разреза залегают здесь под углами $3\text{—}5^\circ$, падение нижних пластов местами (на полях шахт «Комсомолец», «Польсаевская») достигает 45° . Освоение юго-западного крыла синклинали начато на прирезках к шахтам «Октябрьская», им. Кирова и им. 7 Ноября.

С востока и запада Ленинская синклиналь ограничена Журинским и Кильчигизским взбросами. Восточнее Журинского взброса отложения образуют вторую крупную складку — Егозово-Красноярскую синклиналь. Вблизи ее замковой части на юго-востоке Ленинского района находятся шахты «Грамотеинская» и «Энергетическая», а в 16 км севернее — «Кольчугинская» и им. Ярославского.

Полосу отложений к западу от Кильчигизского взброса занимает Никитинская синклиналь — крупная, почти однокрылая складка с широкой донной частью. Ее юго-западное крыло срезано крупным несогласным нарушением — Урским взбросом, а углы падения северо-восточного крыла изменяются от 4 до 28° .

Всего в Ленинском районе (рис. 45) имеется 11 действующих шахт, в том числе две гидрошахты; обособленно расположена строящаяся шахта «Никитинская» на вновь осваиваемом Никитинском месторождении (табл. 52).

В районе преобладают шахты, обрабатывающие уклонные поля. Газообильность таких шахт в ряде случаев возрастала довольно быстро. В частности, шахты «Польсаевская», «Октябрьская»,

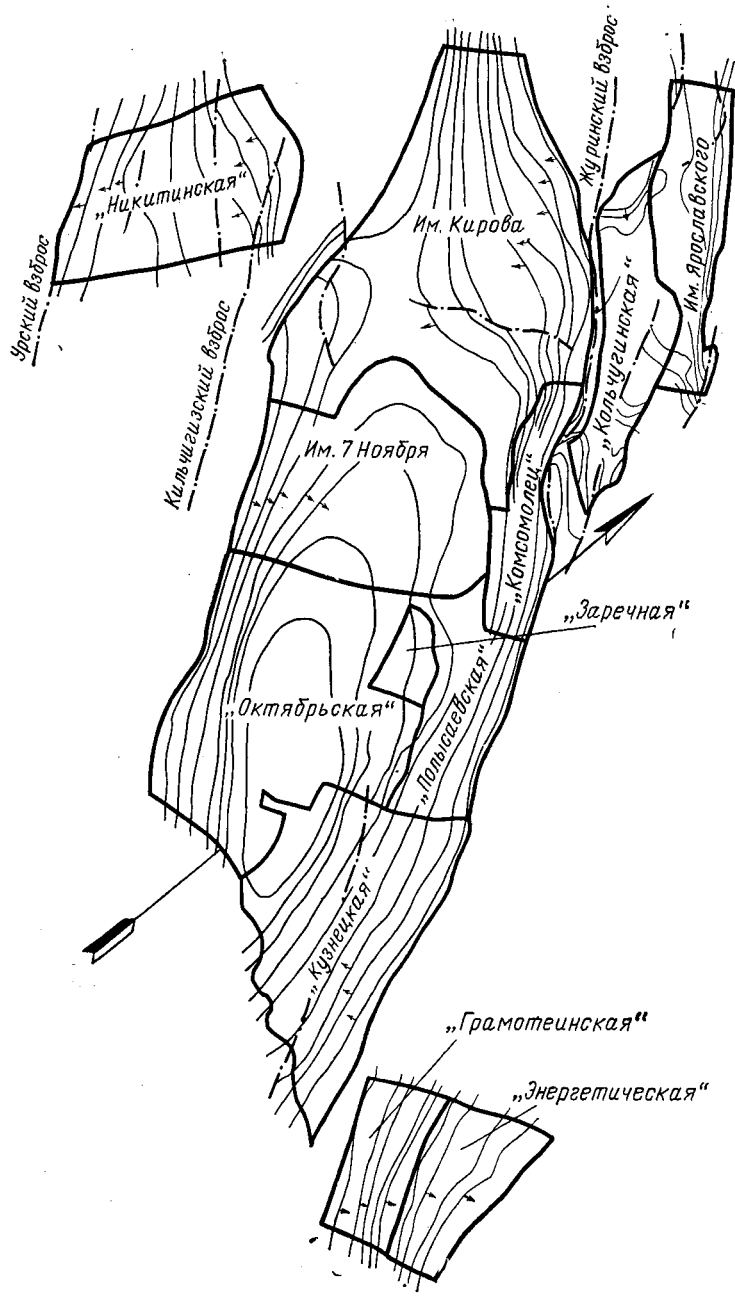


Рис. 45. Расположение полей шахт Ленинского района

Шахты Ленинского района	Год ввода в действие	Отметка откаточного штрека нижнего действующего горизонта, м	Категория по газу на конец 1971 г.	Горизонты, намечаемые к освоению, м	Методика прогноза (типовые случаи)	Примечание
Им. 7 Ноября.	1931	+85*	Сверхкатегорная	±0	VIa	—
«Полысаевская» «Кольчугинская»	1940	+120*	III	-30	VIa	—
	1932	+100*	Сверхкатегорная	-45	VIб	—
Им. Ярославского «Кузнецкая» «Октябрьская»	1958	+120*	III	-60	III	—
	1957	+150*	II	-50	Va	—
	1951	+140*	Сверхкатегорная	-100	VIa	—
«Заречная»	1953	+30	II	—	—	Гидрошахта; после отработки до отметки ±0 м закрывается
«Комсомолец»	1933	±0	Сверхкатегорная	-150	VIa	Намечена отработка уклонами до -150 м
Им. Кирова	1935	+30*	Сверхкатегорная	—	VIa	
«Энергетическая» «Грамотейнская» «Никитинская»	1966	+65	I	-185	VII	Гидрошахта
	1956	+90	I	—	—	—
	—	—	—	-150	II	Строящаяся шахта

* Ниже откаточного горизонта (на 80—130 м) отработывались уклонные поля.

«Комсомолец» были переведены из I в III категорию или в сверхкатегорные в течение 1—2 лет.

Шахта им. 7 Ноября относится в структурном отношении к центральной части Ленинской синклинали, частично к ее северо-западному замыканию. Угленосные отложения залегают полого, особенно в донной части синклинали; только на юго-западном крыле складки (прирезка к основному полю) углы падения достигают 10—25°, а с приближением к Кильчигизскому взбросу даже 55°. Вскрытые при ведении горных работ дизъюнктивные нарушения незначительны по размерам.

Наиболее высокая газообильность (8—13 м³/т) отмечалась в горных выработках пласта Байкаимского, замковая часть которого залегает на большей глубине по сравнению с другими пластами (кроме Меренковского).

Таблица 53

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахт	
		«Польсаев- ская» на гор. —30 м	им. 7 Ноября на гор. ±0 м
Грамотеинская	Польсаевский I	—	10
			17
	Спутник	—	10
			17
	Надбайкаимский II	—	10
			17
	Надбайкаимский I	9	10
		14	17
	Байкаимский	11	12
		17	18
Меренковский	14	12	
	22	18	
Ленинская	Бреевский	11	22
		18	26
	Толмачевский	5	8
		9	14
	Емельяновский	10	—
		17	
	Снятковский	12	—
		19	
	Новосемейный	10	8
		17	14
	Семейный	—	8
			14
	Серебренниковский	5	—
		9	
	Майеровский	7	—
		13	
Брусницинский	7	—	
	13		
Болдыревский	7	11	
	13	18	

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахт	
		«Полысаевская» на гор. —30 м	им. 7 Ноября на гор. ±0 м
Ускальская	Промежуточный	7	—
		13	
	Поленовский	8	8
		14	14
	Максимовский	8	11
		14	18
	А	7	9
		13	16
	Б	7	9
		13	16
	Веретенковский	7	9
		13	16

Примечание. Граница между ленинской подсвитой ерунаковской свиты и ускальской подсвитой ильинской свиты проведена условно по почве пласта Болдыревского ввиду его хорошей опознаваемости. Некоторыми авторами граница проводится ниже, другими — выше этого горизонта.

Прогноз составлен горностатистическим методом (табл. 53). Рассчитанная ступень газообильности составила 17—20 м, причем наименьшая величина относится к пласту Байкаимскому. Для нижележащих пластов ступень принята по данным соседних шахт (им. Кирова, «Комсомолец») с поправками на изменение углов падения.

Шахта «Полысаевская» расположена на северо-восточном крыле Ленинской синклинали и по верхним пластам граничит с полем шахты им. 7 Ноября. Углы падения в пределах шахтного поля увеличиваются от верхних пластов к нижним от 5—20° до 30—57°.

Максимальные значения газообильности горных выработок в уклонных полях ниже горизонта +120 м со времени отнесения шахты в 1964 г. к III категории по газу колебались в основном в пределах 9—15 м³/т. Так как на последующих горизонтах намечается выемка нижележащих пластов, которые до этого шахтой не разрабатывались, то для прогноза газообильности выработок горностатистическим методом использовались также материалы по соседней шахте «Комсомолец». Ступень газообильности составила от 10—13 м для пологих верхних пластов стратиграфического разреза до 24—30 м для крутых нижних пластов (см. табл. 53).

Шахта «Кольчугинская» расположена в пределах северо-западного крыла Егозово-Красноярской синклинали. От полей соседних шахт, разрабатывающих пласты Ленинской синклинали, она отделена Журиным взбросом.

До глубины 250 м от поверхности шахта относилась ко II категории по газу, причем большие значения газообильности отмечались по нижнему из разрабатывавшихся в то время пластов — Поджуриному-1. При дальнейшей углубке уклонных полей шахта была переведена в III категорию, а год спустя — в сверхкатегорную по газу, так как относительная газообильность лавы № 43 пласта Поджуриного-4 достигла 29 м³/т добычи.

Прогноз газообильности гор. — 45 м (табл. 54) составлен отдельно по районам шахтного поля. По пластам Журиному и Поджуриному-1 подсчитаны значения ступени газообильности, составившие соответственно 22 и 18 м; по нижележащим пластам, учитывая возможный рост газообильности со стратиграфической глубиной, принята ступень 15 м. Нижняя граница зоны дегазации принята для всех пластов на глубине 150 м от поверхности. При составлении прогноза учитывалось перераспределение газа за счет надработки сближенных пластов.

Шахта им. Ярославского находится в пределах той же структуры к северо-западу от шахты «Кольчугинская». В границах шахтного поля основная геологическая структура представляет собой широкую корытообразную складку. На ее северо-восточном крыле углы падения пластов у выходов под наносы достигают 50—70°, а в донной части синклинали уменьшаются до 2—3°. Ось складки погружается к северо-западу, а ее юго-западное крыло срезано Журиным взбросом.

Учитывая тектоническое строение, шахтное поле при составлении прогноза газообильности нижних горизонтов было разбито на пояса. Прогноз (см. табл. 54) составлялся по данным газоносности угольных пластов, полученным при разведке.

Шахта «Кузнецкая» занимает часть северо-восточного крыла Ленинской синклинали, граничащую с южным замыканием складки. Тектоническое строение участка простое. Углы падения пластов изменяются от 0—6° в донной части синклинали до 20—30° на выходах пластов.

Газообильность горных выработок невысокая: максимальные ее значения на гор. +50 м достигали по пласту Несложному 8 м³/т, по пласту Инскому I — 6,5 м³/т, а по остальным пластам были еще меньше.

Прогноз газообильности шахты на гор. — 50 м (см. табл. 54) составлялся комбинированным методом. В качестве данных использовались главным образом материалы по соседней шахте «Октябрьская»: на картах прогноза газоносности пластов Полисаевских II и I по данным разведки участка Проектного-2 (прирезка к шахте «Октябрьская») изогазы экстраполировались на нижние горизонты поля шахты «Кузнецкая», а по остальным пла-

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м³/т) шахт					
		«Кузнецкая» на гор.—50 м	«Кольчугинская» на гор.—45 м		им. Ярославского на гор.—60 м		
			2-й район	1-й район	юго-западное (висячее) крыло нарушения		северовосточное (лежащее) крыло нарушения
					южнее лога Среднего	севернее лога Среднего	
Грамотинская	Красноорловский (Геолкомовский)	—	—	—	—	$\frac{3}{4}$	—
	Несложный (Горелый)	—	—	—	—	$\frac{3}{4}$	—
	Тонкий (Наджуринский-2)	—	—	—	—	$\frac{9}{13}$	—
	Польсаевский II (Журинский): 1-й слой	$\frac{15}{21}$	—	—	$\frac{7}{11}$	$\frac{15}{22}$	—
		—	—	—	$\frac{6}{9}$	$\frac{14}{20}$	—
	остальные слои	—	—	—	—	—	—
	Польсаевский I (Поджуринский-1)	$\frac{12}{19}$	—	$\frac{12}{22}$	$\frac{8}{11}$	$\frac{14}{21}$	$\frac{5}{6}$
		—	—	—	$\frac{8}{11}$	$\frac{13}{19}$	$\frac{4}{5}$
	Поджуринский-4	Не увязан	$\frac{13}{20}$	$\frac{13}{25}$	—	—	—
	Поджуринский-5	То же	$\frac{15}{23}$	$\frac{17}{32}$	—	—	—
	Поджуринский-6	»	$\frac{9}{13}$	$\frac{5}{10}$	—	—	—
	Надбайкаимский	$\frac{19}{34}$	Не увязан	—	—	—	—
	Байкаимский	$\frac{17}{32}$	То же	—	—	—	—
Меренковский	$\frac{16}{30}$	»	—	—	—	—	
Ленинская	Толмачевский	$\frac{13}{23}$	—	—	—	—	—

Подсвета	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахт					
		«Кузнецкая» на гор. —50 м	«Кольчугинская» на гор. —45 м		им. Ярославского на гор. —60 м		
			2-й район	1-й район	юго-западное (висячее) крыло нарушения		северо-восточное (лежащее) крыло нарушения
					южнее лога Среднего	севернее лога Среднего	
	Новосемейный	$\frac{12}{22}$	—	—	—	—	—
	Болдыревский	$\frac{11}{21}$	—	—	—	—	—
	Поленовский	$\frac{11}{21}$	—	—	—	—	—
	Максимовский	$\frac{11}{20}$	—	—	—	—	—

стам принималась ступень газообильности по аналогии с соседними шахтами. Значения ее увеличиваются от пологих верхних пластов к наклонным нижним и составляют 12—29 м. Граница зоны деметанизации принята по данным газообильности выработок на отметке гор. +150 м.

Шахта «Октябрьская» разрабатывает пласты в замковой части и примыкающих к ней крыльях Ленинской синклинали. Залегание пластов спокойное. Углы падения изменяются от 3—5° в замковой части складки до 18—20° на выходах для верхних и до 35—40°—для нижних пластов.

Наиболее высокая относительная газообильность горных выработок отмечена по пласту Польшаевскому II. На северо-восточном крыле синклинали на уровне отметки +50 м она достигала 15—17 м³/т, а на гор. ±0 м—24—25 м³/т. Объясняется это надработкой нижележащего пласта Польшаевского I и подработкой пластов Инских I и III, разрабатываемых не повсеместно. Максимальные из указанных значений установлены при этом по результатам замеров в общешахтных исходящих струях, что характерно для уклонной схемы отработки пластов при наличии больших выработанных площадей на пути исходящих вентиляционных струй.

Прогноз газообильности на гор. —100 м (табл. 55) составлен горностатистическим методом; ступень газообильности была определена для пластов Польшаевских II и I по фактическим данным и составила соответственно 14 и 18 м, а для других пластов — по

Подсвета	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахты «Октябрьская» на гор. —100 м		
		юго-западное крыло синклинали (Зайнская прирезка, юго-западная часть)	замковая часть (Зайнская прирезка, северо-восточная часть)	северо-восточное крыло синклинали (основное поле)
Грамотеинская	Инский I	—	—	$\frac{13}{22}$ (гор. —50 м)
		$\frac{8}{13}$	$\frac{8}{14}$	$\frac{19}{31}$
	Польсаевский II	$\frac{15}{25}$	$\frac{17}{28}$	$\frac{16}{27}$
		$\frac{9}{15}$	$\frac{9}{15}$	—
	Польсаевский I	$\frac{16}{23}$	$\frac{18}{26}$	$\frac{17}{25}$
		$\frac{17}{26}$	$\frac{20}{30}$	$\frac{19}{28}$
	Спутник	$\frac{17}{26}$	$\frac{20}{30}$	$\frac{19}{28}$
		$\frac{17}{26}$	$\frac{20}{30}$	$\frac{19}{28}$
	Надбайкаимский	$\frac{17}{26}$	$\frac{20}{30}$	$\frac{19}{28}$
		$\frac{17}{26}$	$\frac{20}{30}$	$\frac{19}{28}$
Байкаимский	$\frac{17}{26}$	$\frac{20}{30}$	$\frac{19}{28}$	
	$\frac{17}{26}$	$\frac{20}{30}$	$\frac{19}{28}$	
Меренковский	$\frac{17}{26}$	$\frac{20}{30}$	$\frac{19}{28}$	
	$\frac{17}{26}$	$\frac{20}{30}$	$\frac{19}{28}$	

аналогии с соседними шахтами или пластами со сходными условиями залегания.

Шахта «Комсомолец» расположена северо-западнее шахты «Польсаевская» по северо-восточному крылу Ленинской синклинали. Падение пород в границах шахтного поля—моноклинальное, от 5—8° по верхним пластам ленинской подсветы на гор. —150 м до 35—45° на выходах под наносы. Вдоль северо-восточной границы горного отвода проходит Журинский взброс, который частично срезает нижний пласт разреза—Веретенковский в северной и южной частях шахтного поля.

Газообильность выработок пласта Бреевского на гор. ±0 м возросла до 18—24 м³/т, а при разработке этого же пласта в уклонных полях повышалась даже до 29—30 м³/т по замерам в общешахтной исходящей струе. На пласте Толмачевском ниже гор. ±0 м газообильность выработок доходила до 13 м³/т. По нижележащим пластам горные работы еще не получили развития на таких глубинах. Однако следует предполагать, что газоносность пластов должна возрастать со стратиграфической глубиной. Это видно на примере самого нижнего пласта—Веретенковского, при

вскрытии которого главным квершлагом на гор. ± 0 м выделилось около 13 тыс. м³ метана. Газоносность керновых проб угля, отобранных с глубины всего 200—210 м от поверхности, составила 8—12 м³/т. При этом при перебурировании пласта отмечалось весьма интенсивное свободное выделение газа из устья скважины. Следует отметить, что разработка данного пласта не намечается ввиду его высокой зольности, нарушенности и газоносности.

Степень газообильности на рассматриваемой шахте составила от 10—13 м для пологих верхних пластов до 24—30 м для крутых нижних. По пластам, по которым отсутствовали исходные данные, степень определялась по аналогии с другими пластами с учетом изменения углов падения.

Результаты прогноза газообильности шахты на гор. —150 м приведены в табл. 56.

Шахта им. Кирова. Поле шахты примыкает к северо-западной границе шахты «Комсомолец». В тектоническом отношении оно расположено на северо-восточном крыле Ленинской синклинали, а по верхним пластам — частично в замковой ее части. Падение отложений моноклиналиное: от 30° на выходах пластов до 5—8° на нижних горизонтах. В пределах шахтного поля встречаются два крупных дизъюнктивных нарушения однако влияние их не сказалось на газообильности горных выработок.

На отдельных пластах газообильность выработок выше гор. —30 м достигала 13—14 м³/т добычи (пласты Бреевский, Снятковский, Поленовский), а на уровне отметки —100 м в уклонных полях доходила до 14—17 м³/т (пласты Толмачевский, Поленовский). Более высокая газообильность выработок отмеченных пластов объясняется надработкой и подработкой ими соседних пластов. Значительно большая относительная газообильность отмечалась по замерам в общешахтных исходящих струях — до 30—36 м³/т, что объясняется поступлением газа из старых выработанных пространств.

Результаты прогноза газообильности на гор. —150 м приведены в табл. 56.

Шахта «Никитинская» (строящаяся) расположена в центре северо-восточного крыла Никитинской синклинали. Шахтой намечается разработка пластов ускатской подсвиты; из них только верхний (19) и нижний (30) стратиграфически увязаны с пластами Ленинской синклинали (соответственно Болдыревским и Е).

Прогноз газообильности шахты составлен на основе результатов определения газоносности пластов при разведке. По данным опробования были построены карты прогноза газоносности пластов 22, 23, 25 и 26 [20]. Для остальных пластов газоносность принималась по данным их опробования через единичные скважины или путем интерполяции и экстраполяции. При опробовании отмечены весьма высокие значения газоносности углей, достигавшие 30 м³/т. В отдельных случаях при лабораторной обработке

Подсвета	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахт					
		«Никитинская» на гор. —150 м		«Комсомолец» на гор. —150 м	им. Кирова на гор. —150 м		«Энергетическая» на гор. —170 м
		западное крыло шахтного поля	восточное крыло		основное поле	западная прирезка	
Грамотейнская	Инский I	—	—	—	—	—	11
							17
	Польсаевский II*	—	—	—	—	—	19
							27
	Спутник*	—	—	—	—	—	16
							23
	Байкаимский*	—	—	—	—	—	23
							32
	Наддягилевский*	—	—	—	—	—	17
							24
Ленинская	Дягилевский	—	—	—	—	28	20
						42	28
	Поддягилевский	—	—	—	—	—	10
							14
	Бреевский	—	—	20	14	13	20
				34	22	21	28
	Толмачевский	—	—	16	16	9	21
				27	26	17	30
	Емельяновский	—	—	18	12	12	—
				31	19	19	—
	Снятковский	—	—	11	15	12	—
				19	24	19	—
	Семейный	—	—	10	—	—	—
				17	—	—	—
	Серебренниковский	—	—	10	21	21	—
			17	32	36	—	
Майеровский	—	—	10	25	21	—	
			17	38	36	—	
Брусницинский	—	—	11	12	13	—	
			19	19	23	—	
Болдыревский (1 9)	$\frac{4}{6}$	4	15	27	17	—	
		6	26	40	29	—	
			(гор. —50 м)				

Подсвета	Пласт	Ожидаемая газообильность (м³/т) шахт					
		«Никитинская» на гор. —150 м		«Комсомолец» на гор. —150 м	им. Кирова на гор. —150 м		«Энергетическая» на гор. —170 м
		западное крыло шахтного поля	восточное крыло		основное поле	западная прирезка	
Уска-тская	Промежуточный	Не увязан		11	12	13	—
	Поленовский	То же		19	19	23	—
				15	18	13	—
	Максимовский	»		26	29	23	—
				15	27	21	—
	22	»		26	40	36	—
				11	Не увязан		—
	23			20			—
				11	То же		—
	24			19			—
				9	»		—
	25			17			—
				6	»		—
	26			12			—
				9	»		—
E (30)			17			—	
			10			—	
		18	18			—	

* На гор. —150 м шахты им. Кирова пласта нет.

проб отмечалось выделение тяжелых углеводородов. Высокая газоносность никитинских углей объясняется их физико-химическими свойствами, а также внешними природными факторами, благоприятствовавшими сохранению газа в пластах: большой глубиной замковой части синклинали по падению пластов и наличием на ее северо-восточном крыле ряда согласных взбросов, изолирующих нижележащие горизонты от выходов пластов под наносы.

Результаты прогноза газообильности на гор. —150 м приведены в табл. 56.

Гидрошахта «Энергетическая» расположена на крайнем юго-востоке Ленинского геолого-экономического района на юго-западном крыле Егозово-Красноярской синклинали вблизи

ее юго-восточного замыкания. Тектоническое строение участка простое, газообильность выработок на действующем гор. +65 м незначительна.

Углубка шахты намечается до отметки —185 м. При этом верхние пласты разреза — Красноорловский, Несложный и Тонкий будут разрабатываться до гор. ± 0 м, газообильность выработок на этих пластах не превысит 10—15 м³/т. Остальные пласты, в соответствии со схемой вскрытия гидрошахты, будут отрабатываться до глубин от —118 м по пласту Инскому I до —170 м по пласту Толмачевскому.

Прогноз газообильности шахты (см. табл. 56) составлен по данным газоносности угольных пластов.

Беловский район. Из пликативных структур, слагающих Беловский район, действующими шахтами осваиваются две наиболее крупные складки — Беловская и Чертинская брахисинклинали (рис. 46). Три шахты находятся в пределах Чертинской брахисинклинали — замкнутой асимметричной складки на юго-востоке района с крутым юго-западным (60—65°) и наклонным северо-восточным (25—30°) крыльями; четвертая шахта — «Пионерка» разрабатывает отложения Беловской брахисинклинали, которая отделена от Чертинской Кутоновским взбросом (табл. 57). Углы падения на крыльях Беловской синклинали — 35—55°. В центральной части обеих синклиналей пласты имеют пологое падение.

Шахта «Пионерка» включает два самостоятельных района — бывшие шахты «Пионерка» и «Бабанакловская».

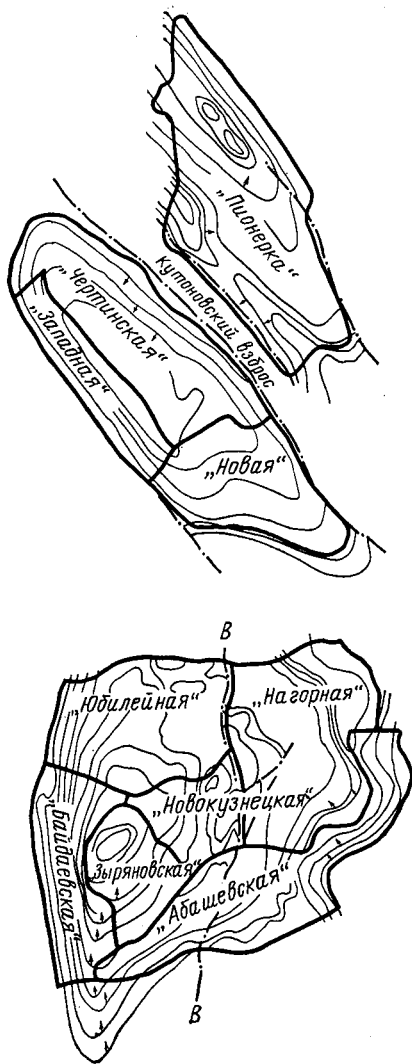


Рис. 46. Расположение полей шахт Беловского (вверху) и Байдаевского (внизу) районов

Таблица 57

Шахты Беловского района	Год ввода в действие	Отметка от- каточного штрека ниж- него дейст- вующего го- ризонта, м	Категория по газу на конец 1971 г.	Горизонты, намечаемые к освоению, м	Методика прогноза (типовые случаи)
«Пионерка»:					
1-й район	1932	—60	Сверхкатегорная	—	—
2-й район	1945	+100	II	—60	I
«Новая»	1955	+100	II	—50	VIa
«Чертинская»:					
1-й район	1952	+50*	Сверхкатегорная	—150	VIb
2-й район	1949	+100	II		
«Западная»	1960	±0	Сверхкатегорная	—150	VII

* Ниже откаточного горизонта отрабатывались уклонные поля.

В границах шахтного поля Беловская брахисинклиналь имеет асимметричное строение с более крутым северо-восточным и выположенным юго-западным крылом. Юго-западное крыло складки осложнено Бабанаковской антиклиналью. В северо-западной части поля эта складка также асимметрична: углы падения юго-западного крыла не превышают 10—25°, северо-восточного — 45—60°. В центральной части строение антиклинали симметричное, с углом падения крыльев от 15 до 30°, а далее, к югу, она образует широкий замок, постепенно переходящий в донную часть Беловской синклинали. На юго-западе шахтное поле ограничивается крупным нарушением — Кутоновским взбросом.

В основном поле шахты «Пионерка» при ведении работ до гор. +63 м газообильность выработок не превышала 9—13 м³/т. В уклонном поле в замковой части Беловской синклинали газообильность выработок пласта 9 резко возросла — до 20—28 м³/т, а в отдельных пиковых случаях была еще выше. В то же время газообильность выработок пласта 10 сравнительно невелика (до 6 м³/т), что объясняется дегазацией его при надработке пластом 9. 2-й район шахты, разрабатывающий отложения Бабанаковской антиклинали до гор. +100 м, отличается меньшей газообильностью выработок: максимальные ее величины по нижнему разрабатываемому пласту 23 составили 8—9 м³/т.

Прогноз газообильности шахты на гор. —60 м для 2-го района (табл. 58) выполнен по данным опробования угольных пластов на газоспособность.

Шахта «Новая». В поле шахты преобладают углы падения пластов от 6 до 14° и только в западной и восточной его частях, вблизи границ с шахтами «Западная» и «Чертинская», они увеличиваются до 20—60°. Характерным для замыкания Чертинской брахисинклинали, в пределах которой находится шахта, является усложнение днища дополнительной пологой волнистостью, а также

Подсвита	Пласт		Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахт					
	Беловская нумерация	Чертинская нумерация	«Новая» на гор. —50 м	«Пионерка» (2-й район) на гор. —60 м				
				юго-западное крыло антиклинали	юго-восточное крыло	северо-западное крыло	северо-восточное крыло	
Ленинская	9	—	—	—	—	—	—	
	10	—	—	—	—	—	—	
	11	—	—	—	—	—	—	
	13	—	—	—	—	—	—	
	16	—	—	—	—	—	—	
Ускатская	21а	—	—	—	—	$\frac{15}{23}$	$\frac{18}{26}$	
	—	2	$\frac{10}{17}$	—	—	—	—	
	22	3	$\frac{10}{17}$	—	—	$\frac{16}{24}$	$\frac{26}{36}$	
	22а	4	$\frac{10}{17}$	—	$\frac{10}{17}$	—	$\frac{11}{17}$	
	23	5	$\frac{14}{23}$	—	$\frac{11}{17}$	$\frac{15}{22}$	$\frac{11}{17}$	
	Казанково-маркинская	30	—	—	$\frac{17}{26}$	$\frac{19}{30}$	$\frac{15}{22}$	$\frac{20}{29}$
		30а	—	—	—	$\frac{17}{24}$	—	$\frac{17}{25}$

наличие многочисленных мелких дизъюнктивов с амплитудой, как правило, не превышающей мощности пласта.

Осевые части разрабатываемых пластов выходят под наносы широким фронтом. Это благоприятствовало их интенсивной вековой дегазации и в значительной степени объясняет невысокую газообильность горных выработок. Только в местах проявления дополнительной волнистости отмечено в выработках пласта 5 увеличение газообильности до 6—8 м³/т.

Нижележащие пласты срезаны на северо-восточном крыле складки Кутоновским взбросом.

При прогнозе газообильности шахты на гор. —50 м (см. табл. 58) ступень по аналогии с шахтой «Чертинская» была принята равной 20 м. Для верхних пластов гор. +100 м был принят за нижнюю границу зоны деметанизации, а по пласту 5 расчет производился исходя из величины фактической газообильности.

Шахта «Чертинская» является самой глубокой в Беловском районе. Разрабатываемое ею северо-восточное крыло Чертинской брахисинклинали имеет простое строение. Углы падения пластов изменяются от 3—5° в верхней части разреза до 40—50° — в нижней его части. Горными работами встречено большое число мелких подвижек пластов, иногда сопровождающихся повышением газовыделения. Именно в таких условиях в 1957 г. произошел взрыв газа в штреке, проведенном по пласту 3, при ведении взрывных работ в забое.

Северо-западное замыкание синклинали и примыкающая к ней часть северо-восточного крыла до гор. +100 м образуют 2-й район шахты (поле бывшей шахты «Чертинская 2—3»). Вследствие сравнительно невысокой газообильности выработок этот район, имеющий обособленное проветривание, отнесен ко II категории по газу. Ниже гор. +100 м горные работы ведутся без разделения шахты на районы.

В основном поле газообильность горных выработок пластов 2, 4 и 5 на гор. +50 м достигала 20—24 м³/т; при дальнейшей углубке она увеличилась до 29—34 м³/т. Меньшая газообильность пласта 3 объясняется его надработкой пластом 2.

Прогноз газообильности на гор. —150 м (табл. 59) выполнен горностатистическим методом по шахтному полю в целом; ступень газообильности составила по отдельным пластам от 20 до 36 м.

Шахта «Западная» расположена на юго-западном крыле Чертинской брахисинклинали, которое отличается значительно более крутым падением пластов по сравнению с северо-восточным —

Таблица 59

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) на гор. —150 м шахт		Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) на гор. —150 м шахт	
		«Западная»	«Чертинская»			«Западная»	«Чертинская»
Ускацкая	2	21	17	Казанково-маркинская	6	20	—
		38	31			38	—
	3	23	17		7	22	—
		37	33			40	—
	3а	24	—		9	23	—
		43	—			42	—
	4	18	23		12а	23	—
		32	34			42	—
	5	14	24				
		23	36				

до 60—65° на выходах под наносы. Несмотря на крутое падение отложений, выработки здесь более газообильны, чем на шахтах «Чертинская» и «Новая» на той же глубине от поверхности. Уже при отработке гор. ± 0 м относительная газообильность выработок рабочих пластов достигала 18—27 м³/т.

Для прогноза газообильности шахты (см. табл. 59) нижняя граница зоны деметанизации была определена по результатам разведки на глубине от +40 м (по пласту 2) до +160 м (по самому нижнему пласту разреза 12а). Для определения ступени газообильности и дальнейшей экстраполяции были использованы значения средневзвешенной газообильности горных выработок разрабатываемых пластов на действующем горизонте. Ступень составила по верхним пластам (до 3 а включительно) 10 м, по остальным — 15 м. Ожидаемая газообильность по пластам, не разрабатываемым на гор. ± 0 м, была принята по аналогии с разрабатываемыми пластами путем сравнительного анализа горно-геологических факторов.

Байдаевский район. Основной тектонической структурой района (см. рис. 46) является Байдаевская брахисинклиналь — вытянутая почти в меридиональном направлении асимметричная складка с крутым (45—75°) западным и пологим (10—25°) восточным крылом. Восточное крыло разорвано взбросом *B—B* с амплитудой смещения пород до 300 м, который прослеживается на полях ряда шахт. На этом же крыле имеется несколько нарушений локального характера и с небольшими амплитудами. На западном крыле синклинали крупных дизъюнктивных нарушений не выявлено.

Угольные месторождения северной части района, образующие вторую крупную структуру — Антоновскую брахисинклиналь, составляют значительный резерв для развития добычи высококачественных углей.

Угольные пласты района разрабатываются шестью шахтами, в том числе одной гидрошахтой (табл. 60).

Шахта «Новокузнецкая» находится на восточном крыле Байдаевской брахисинклинали. Углы падения пластов изменяются от 5 до 15°. Нижний из пяти рабочих пластов — 29а нарушен взбросом *B—B*.

Шахтой отрабатывается гор. +230 м, который на основании фактической газообильности принят за нижнюю границу зоны деметанизации. Ввиду сходных условий залегания и сходного строения пластов ступень газообильности принята по аналогии с одноименными пластами на шахте «Абашевская». Результаты прогноза газообильности шахты на гор. +135 м приведены в табл. 61.

Шахта «Нагорная». Поле шахты, расположенное на восточном крыле Байдаевской брахисинклинали, образует вместе с прирезаемым к нему со стороны его северной границы участком

Шахты Байдаевского района	Год ввода в действие	Отметка откатного штрека нижнего действующего горизонта, м	Категория по газу на конец 1971 г.	Горизонты, намечаемые к освоению, м	Методика прогноза (типовые случаи)	Примечание
«Байдаевская»	1940	+110	Сверхкатегорная	±0	VIa	Гидрошахта
«Юбилейная»:						
1-й район	1967	+40	III	-250	VIb	
2-й район	1967	+60	Сверхкатегорная	—		
«Зырянская»	1946	+140	III	-200	III	
«Новокузнецкая»	1956	+230	II	+135	VIa	
«Абашевская»:						Уклонные поля до отметки +50 м Уклонные поля до отметки +150 м
1-й район	1943	+135	Сверхкатегорная	±0	VIb	
2-й район	1948	+135	»	±0		
«Нагорная»	1954	+210	»	±0	I	

Есаульским 1—2 северо-восточную оконечность освоенной шахтами части района. Западная граница поля проходит по нарушению В—В, которое сопровождается зоной раздробленных пород шириной от 25 до 100 м. Кроме того, в пределах шахтного поля развиты дополнительные нарушения типа согласных и несогласных взбросов в различных направлениях с амплитудами от 8 до 48 м.

Таблица 61

Подсвета	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахты «Новокузнецкая» на гор. +135 м
Ленинская	33	4
		10
	32	5
		10
	30	6
		12
	29в	4
		10
	29а	6
		12

При отработке бремсбергских полей выше гор. +210 м газообильность выработок была невысокой (6 м³/т по взброшенной части пласта 29а). Резкое увеличение интенсивности газовыделения произошло после перехода горных работ в уклонные поля: при этом газообильность выработок на пластах 26а и 29а возросла до 26—29 м³/т. Значительную долю в газовом балансе составляло выделение метана в подготовительные выработки нижнего горизонта.

Прогноз газообильности шахты (табл. 62) до гор. ± 0 м составлен на основе карт прогноза газоносности угольных пластов юго-восточной части Байдаевского района¹.

Шахта «Абашевская» размещена на восточном крыле Байдаевской брахисинклинали к юго-западу и востоку от шахты «Нагорная». Углы падения изменяются от $10-15^\circ$ в верхней части разреза до $35-40^\circ$ в нижней его части. Ряд пластов нарушен взбросом *B—B* и несколькими небольшими дизъюнктивами.

Газообильность горных выработок на пласте 26а на гор. $+135$ м составила $13-18$ м³/т, а в уклонных полях — $20-28$ м³/т. Высокая газообильность выработок отмечалась также на пластах 15 и 14 (до $23-28$ м³/т), что объясняется надработкой и подработкой сближенных с ними нерабочих пластов. По результатам замера в общих исходящих струях, в которые поступает метан из старых выработанных пространств, относительная газообильность составляла $30-40$ м³/т, а в период действия суфляра — $48,5$ м³/т.

В зоне нарушения *B—B* произошел внезапный выброс при проведении околоствольного двора на гор. ± 0 м.

Прогноз на гор. ± 0 м (см. табл. 62) составлен горностатистическим методом; степень газообильности уменьшается со стратиграфической глубиной от 33 м для пласта 26а до 14 м для пласта 15.

Шахта «Байдаевская» занимает южную часть западного крыла Байдаевской брахисинклинали. Углы падения пластов 1—22 достигают $50-80^\circ$; верхние пласты имеют меньшие углы падения, к замковой части складки они уменьшаются до 8° . Дизъюнктивных нарушений, кроме мелких подвижек, не встречено.

На верхнем гор. $+210$ м в местах наибольшей глубины от поверхности газообильность выработок составляла до $5-8$ м³/т (пласты 29а, 30). На большинстве пластов средневзвешенная газообильность не превышала $2,5$ м³/т, что позволило принять границу зоны деметанизации на уровне отметки этого горизонта, а по некоторым пластам несколько ниже (абсолютные отметки $+180-160$ м).

На гор. $+110$ м высокие значения газообильности отмечались в выработках: пласта 32 (до 15 м³/т), что объясняется его высоким залеганием, а также надработкой двух сближенных пластов; пласта 14 (до $18-29$ м³/т) — в зонах локальных нарушений, отработанных с оставлением большого числа целиков; пласта 10 (21 м³/т) в связи с подработкой нерабочего пласта и пропластков; нижних пластов 6, 5, 4 и 2 ($13-19$ м³/т), что объясняется изменением свойств углей со стратиграфической глубиной.

Степень газообильности рассчитывалась исходя из средневзвешенной газообильности горизонтов по каждому пласту в целом

¹ Карты составлены Московским геологоразведочным институтом им. С. Орджоникидзе.

Таблица 62

Под- свита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) на гор. ±0 м шахт							
		«Нагорная»		«Абашевская»		«Байдаевская»			
		участок Есауль- ский 1—2	основное поле шахты	восточнее нарушения В—В, лежащее крыло	западнее нарушения В—В, висячее крыло	южная часть шахтного поля	центральной часть шахтного поля	северная часть шахтного поля	
Ле- нин- ская	33	—	—	—	—	$\frac{7}{14}$	$\frac{7}{15}$	$\frac{7}{14}$	
	32	—	—	—	—	$\frac{14}{23}$	$\frac{16}{29}$	$\frac{17}{28}$	
	31	—	—	—	—	$\frac{13}{23}$	$\frac{13}{24}$	$\frac{12}{20}$	
	30	—	—	—	—	$\frac{8}{15}$	$\frac{9}{17}$	$\frac{9}{17}$	
	29б	—	—	—	—	$\frac{7}{12}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{7}{12}$	
	29а	—	—	—	—	$\frac{7}{13}$	$\frac{7}{14}$	$\frac{6}{11}$	
	27а	—	—	—	—	$\frac{10}{19}$	$\frac{10}{19}$	$\frac{10}{18}$	
	26б	—	—	$\frac{9}{22}$	$\frac{10}{24}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{9}{19}$	
	26а	—	$\frac{31}{42}$	$\frac{11}{27}$	$\frac{11}{27}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{9}{19}$	
	25		$\frac{19}{31}$	$\frac{22}{39}$	$\frac{10}{25}$	$\frac{10}{23}$	$\frac{7}{14}$	$\frac{9}{18}$	$\frac{9}{17}$
			$\frac{22}{38}$	$\frac{20}{43}$	$\frac{10}{25}$	$\frac{16}{33}$	$\frac{6}{12}$	$\frac{9}{18}$	$\frac{10}{18}$
	23		$\frac{4}{6}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{9}{23}$	$\frac{14}{29}$	—	—	—
			$\frac{27}{40}$	$\frac{30}{44}$	$\frac{13}{32}$	$\frac{15}{31}$	$\frac{7}{19}$	$\frac{5}{11}$	$\frac{8}{14}$
	21		—	$\frac{6}{13}$	$\frac{11}{27}$	$\frac{12}{26}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{6}{11}$	$\frac{8}{15}$
			$\frac{11}{22}$	—	$\frac{10}{23}$	$\frac{11}{26}$	$\frac{6}{14}$	$\frac{7}{13}$	$\frac{8}{15}$
	19		$\frac{9}{24}$	—	$\frac{11}{26}$	$\frac{11}{26}$	$\frac{6}{12}$	$\frac{6}{13}$	$\frac{8}{15}$

Под-свита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) на гор. ±0 м шахт						
		«Нагорная»		«Абашевская»		«Байдаевская»		
		участок Есаульский 1—2	основное поле шахты	восточное нарушения В—В, ледяное крыло	западное нарушения В—В, висячее крыло	южная часть шахтного поля	центральная часть шахтного поля	северная часть шахтного поля
Ус-кат-ская	16	$\frac{22}{38}$	$\frac{24}{42}$	$\frac{13}{30}$	$\frac{16}{33}$	$\frac{5}{11}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{9}{19}$
	15	$\frac{22}{36}$	—	$\frac{17}{37}$	$\frac{16}{33}$	—	—	—
	14	$\frac{19}{33}$	$\frac{20}{35}$	$\frac{14}{32}$	$\frac{16}{33}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{8}{17}$
	13	—	—	$\frac{10}{23}$	$\frac{17}{35}$	$\frac{6}{12}$	$\frac{8}{18}$	$\frac{8}{15}$
	12	—	—	$\frac{16}{36}$	$\frac{14}{30}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{7}{15}$	$\frac{8}{14}$
	10	—	$\frac{38}{44}$	—	—	$\frac{8}{15}$	$\frac{8}{17}$	$\frac{8}{16}$
	6	—	—	—	$\frac{17}{34}$	$\frac{7}{15}$	$\frac{10}{19}$	$\frac{10}{19}$
	5	—	—	—	$\frac{19}{35}$	$\frac{7}{14}$	$\frac{10}{20}$	$\frac{10}{19}$
	4	—	—	—	—	$\frac{9}{16}$	$\frac{10}{19}$	$\frac{10}{18}$
	2	—	—	—	—	$\frac{8}{15}$	$\frac{10}{20}$	$\frac{10}{19}$
	1	—	—	—	—	$\frac{7}{11}$	$\frac{9}{18}$	$\frac{8}{16}$

и составила от 14 до 40 м. По поясам, по которым отсутствовали представительные исходные данные, ожидаемая газообильность (см. табл. 62) принималась с учетом общих закономерностей ее изменения по простиранию.

Гидрошахта «Юбилейная». Шахтное поле представляет собой северное продолжение поля шахты «Байдаевская» и сходно с ним по геологическому строению. Шахта состоит из двух обособленных районов: 1-й район охватывает пласты с 24 до 1, 2-й — вышележащие. В период строительства 2-го района (бывшей шахты «Байдаевская Северная-2») в аккумулирующем штреке на пласте 26а было отмечено суфлярное выделение метана,

и район был отнесен к сверхкатегорным по газу. Относительная газообильность горных выработок 2-го района достигала 16—20 м³/т (пласт 26б), а 1-го — 13—15 м³/т (пласт 22).

Так как углубка 2-го района шахты в ближайшее время не предусматривается, прогноз газообильности на следующий горизонт (табл. 63) был выполнен только по пластам 1-го района на основе аналогии с шахтой «Байдаевская», т. е. путем экстраполяции прогноза по этой шахте до глубины гор. —250 м.

Шахта «Зырянская» разрабатывает верхние пласты разреза в замке и частично на восточном крыле Байдаевской брахисинклинали. Пласты — пологие, с углом падения не свыше 10—20°. Крупным дизъюнктивом в восточном крыле брахисинклинали является нарушение $E-E$.

Наиболее высокая газообильность (14 м³/т) на действующем гор. +140 м отмечалась в выработках пластов 26а, 24 и 22, обработка которых на нижних горизонтах предусмотрена шахтой «Абашевская». На верхних пластах свиты газообильность выработок значительно ниже.

Ввиду отсутствия исходных данных прогноз составлен по газоносности угольных пластов, принятой по аналогии с соответствующими данными по шахте «Байдаевская». Более крутое залегание угольных пластов на западном крыле синклинали (фактор, при прочих равных условиях способствующий снижению газоносности) компенсируется тем, что сопоставляемые пласты угля в поле шахты «Зырянская» находятся висячем боку нарушения $E-E$, изолированном от выходов под наносы, что препятствует дегазации пластов. С учетом влияния этих противоположных по своему действию факторов газоносность пластов в полях обеих шахт принята на равных глубинах одинаковой.

Прогноз газообильности по нижним пластам, намечаемым шахтой к разработке, составлен до гор. —200 м; по вышележащим — в соответствии с глубиной их замыканий в оси складки (см. табл. 63).

Осиновский район. В отличие от большинства других месторождений кольчугинской серии Осиновский район (рис. 47) имеет весьма сложное тектоническое строение. Основной структурой района является асимметричная Шелканская синклинали. На ее юго-восточном пологом крыле (10—30°) имеется несколько крупных дизъюнктивных нарушений. Северо-западное крыло синклинали — более крутое (35—50°, местами 70—80°) и осложнено дополнительной складчатостью (Главная антиклиналь, Тайжинская брахисинклинали и др.), а также большим числом крупных и мелких дизъюнктивных нарушений, преимущественно надвигов.

Разрабатываемые угольные пласты ленинской подсвиты разделяются на две толщи: елбанскую (пласты $E_{12}-E_1$) и кандалепскую (K_5-K_1); угольные пласты ускатской подсвиты образуют полкаштинскую толщу (P_4-P_1). Мощность пластов — преимущественно 0,7—2 м, только в отдельных местах пласт E_{10} дости-

Т а б л и ц а 63

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахт	
		«Юбилейная» (1-й район) на гор. —250 м.	«Зыряновская»
Ленинская	32	—	$\frac{22}{36}$ (гор. —50 м)
	31	—	$\frac{24}{39}$ (гор. —100 м)
	30	—	$\frac{18}{29}$ (гор. —100 м)
	29в	—	$\frac{13}{20}$ (гор. —100 м)
	29а	—	$\frac{19}{30}$ (гор. —200 м)
	27а	—	$\frac{34}{51}$ (гор. —200 м)
	24	$\frac{16}{35}$	—
	22	$\frac{14}{32}$	—
	21	$\frac{16}{37}$	—
	19	$\frac{16}{37}$	—
	16	$\frac{15}{35}$	—
	15	$\frac{15}{35}$	—
	14	$\frac{16}{37}$	—
	13	$\frac{16}{37}$	—
	12	$\frac{16}{37}$	—
	10	$\frac{16}{37}$	—

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м³/т) шахт	
		«Юбилейная» (1-й район) на гор. —250 м	«Зырянская»
Ускатская	6	18	—
		41	
	5	20	—
		42	
	4	18	—
		43	
	2	20	—
		44	
	1	16	—
		37	

гает 2,5 м, а наиболее мощный пласт разреза E_5-3 и даже 4 м. В восточной и северной частях района отложения ерунаковской свиты трансгрессивно перекрыты мощной толщей пород конгломератовой свиты. Последняя содержит несколько пластов бурых углей, но они не разрабатываются.

Сложная тектоника, в частности закрытые дизъюнктивы типа надвигов и замки вторичных антиклиналей; большая угленасыщенность разреза, обуславливающая сближенность пластов; трансгрессивные покровные отложения, перекрывшие пути миграции газа по угольным пластам к земной поверхности, — все эти факторы обуславливают высокую газообильность горных выработок на отдельных участках шахт уже при сравнительно небольшой глубине разработки.

В районе имеются четыре действующие шахты (табл. 64).

Шахта «Капитальная». В соответствии с проектом все три шахты южной части района намечено объединить в одну производственную единицу. Границы объединенного шахтного поля охватывают юго-западное замыкание Шелканской синклинали (собственно поле действующей шахты «Капитальная»), прилегающие к нему части ее северо-западного крыла (поле шахты «Кузбасская»), замка складки (поле шахты «Осинниковская») и юго-восточного крыла (восточная прирезка к шахте «Капитальная»).

Крыло, разрабатываемое шахтой «Кузбасская», осложнено большим числом крупных и мелких дизъюнктивных нарушений, которые в совокупности с системой вызванных ими трещин, запол-

ненных кварцитом, создают довольно сложную тектоническую картину. В поле шахты «Осинниковская» близость закрытого замка

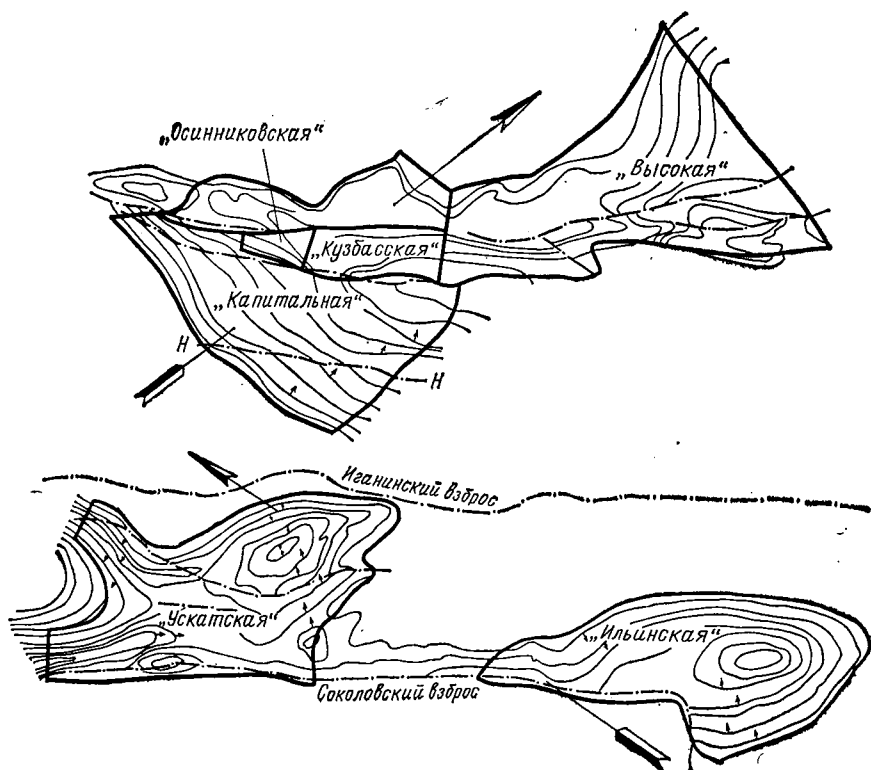


Рис. 47. Расположение полей шахт Осиновского района (вверху) и перспективных шахт Ерунаковского района (внизу)

Таблица 64

Шахты Осиновского района	Год ввода в действие	Отметка откаточного штрека нижнего действующего горизонта, м	Категория по газу на конец 1971 г.	Горизонты, намечаемые к освоению, м	Методика прогноза (типové случаи)	Примечание
«Капитальная»	1938	+40	Сверхкатегорная	-160	VI 6	Объединяется с шахтой «Капитальная» То же
«Осинниковская»	1934	-40	То же	-160	—	
«Кузбасская»	1950	-60	»	-160	—	
«Высокая»	1956	+100	»	-60	III	

вторичной антиклинали и большое число мелких, изолированных от выходов под наносы нарушений значительно затрудняли процесс естественной дегазации пластов. Юго-восточное крыло синклинали (поле шахты «Капитальная» с прирезкой) имеет подобный же стратиграфический разрез, но более пологое падение (10—30°) по сравнению с северо-западным (35—50°) крылом. Пласты юго-восточного крыла на всем протяжении поражены нарушением $H-H$.

В соответствии с разными условиями дегазации пластов различается газообильность горных выработок на действующих горизонтах шахт. Так, до гор. +40 м в шахте «Кузбасская» максимальная газообильность в замках вторичных антиклинальных складок и зонах тектонических разломов составила 20—29 м³/т. С началом работ на гор. —60 м по пластам елбанской толщи газообильность горных выработок достигла 28—30 м³/т. В шахте «Осинниковская» горные работы достигли отметки —40 м, газообильность выработок на пласте K_2 — 30,5 м³/т, на пласте K_1 (верхняя пачка) — 29 м³/т; эпизодические («пиковые») значения газообильности выработок достигали 38—42 м³/т. На пласте P_2 на гор. +40 м произошел внезапный выброс угля и газа.

Собственно на шахте «Капитальная» относительная газообильность выработок редко превышала 15 м³/т и только в отдельных случаях достигала 18—24 м³/т.

При прогнозе газообильности на гор. —160 м поля шахт рассматривались в качестве отдельных поясов, а собственно поле шахты «Капитальная» было разделено на два пояса: северо-восточное крыло поля действующей шахты (юго-западное крыло в замыкании синклинали не имеет запасов на нижних горизонтах) и восточную прирезку, охватывающую часть смежного разведочного участка Шелканского-1.

Вследствие влияния тектонических факторов и рельефа местности отметки нижней границы зоны деметанизации изменялись от (+330) — (+200 м) в поле шахты «Кузбасская» до (—20) — (—30 м) в условиях замыкания синклинали в поле шахты «Капитальная», благоприятных для вековой дегазации пластов. Степень газообильности составила от 16—18 м для пластов полкаштинской толщи до 24—25 м для пластов елбанской толщи.

В связи с отсутствием исходных данных по участку Шелканскому-1 прогноз газообильности по этому поясу был составлен по аналогии с другими поясами с учетом направления влияния геологических факторов на газоносность.

Результаты прогноза газообильности выработок на гор. —160 м приведены в табл. 65.

Шахта «Высокая» расположена на северо-восточном продолжении полей шахт «Кузбасская» и «Осинниковская». Северо-западное крыло Шелканской синклинали осложняется здесь пликативами второго и третьего порядка, а также многочисленными разрывными нарушениями. Большинство дизъюнктивов — закры-

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м³/т) шахт					
		«Капитальная» на гор. —160 м				«Высокая» на гор. —60 м	
		участок Шелканский-1	поле шахты «Капитальная» (до проектируемого главного квершлага)	поле шахты «Осинниковская»	поле шахты «Кузбасская»	южное крыло шахтного поля	северное крыло шахтного поля
Ленинская (елбанская толща)	E ₁₂	—	—	—	$\frac{16}{33}$	—	—
	E ₁₁	—	—	—	$\frac{16}{33}$	—	—
	E ₁₀	—	—	—	$\frac{16}{33}$	$\frac{19}{33}$	$\frac{21}{34}$
	E _{9a}	—	—	—	$\frac{13}{26}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{5}{10}$
	E ₇	$\frac{9}{18}$	—	—	$\frac{23}{42}$	$\frac{27}{38}$	$\frac{31}{47}$
	E ₆	$\frac{9}{18}$	—	—	$\frac{20}{35}$	$\frac{11}{20}$	$\frac{13}{23}$
	E ₅	$\frac{9}{18}$	—	—	$\frac{25}{37}$	$\frac{14}{26}$	$\frac{15}{27}$
	E ₄	$\frac{9}{19}$	—	$\frac{15}{23}$	$\frac{25}{44}$	$\frac{9}{18}$	$\frac{11}{19}$
	E ₃	—	$\frac{8}{16}$	$\frac{14}{29}$	—	—	—
	E ₁	$\frac{10}{20}$	$\frac{8}{17}$	$\frac{20}{39}$	$\frac{23}{41}$	$\frac{24}{39}$	$\frac{25}{40}$
Ленинская (кандалепская толща)	K ₅	$\frac{12}{19}$	$\frac{11}{18}$	$\frac{21}{37}$	$\frac{23}{41}$	$\frac{22}{40}$	$\frac{20}{36}$
	K ₄	$\frac{12}{24}$	$\frac{12}{25}$	$\frac{32}{47}$	$\frac{17}{28}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{4}{9}$
	K ₃	$\frac{13}{20}$	$\frac{13}{20}$	$\frac{31}{46}$	$\frac{29}{52}$	$\frac{16}{31}$	$\frac{15}{29}$
	K ₂	$\frac{13}{26}$	$\frac{14}{28}$	$\frac{30}{54}$	$\frac{28}{51}$	$\frac{16}{32}$	$\frac{15}{29}$
	K _{1B}	$\frac{14}{22}$	$\frac{16}{25}$	$\frac{31}{47}$	$\frac{24}{44}$	$\frac{26}{46}$	$\frac{23}{42}$
	K _{1H}	$\frac{14}{22}$	$\frac{15}{24}$	—	$\frac{24}{44}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{4}{9}$

Подсвета	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахт					
		«Капитальная» на гор.—160 м				«Высокая» на гор.—60 м	
		участок Шелканский-1	поле шахты «Капитальная» (до проектируемого главного вентиля)	поле шахты «Осинниковская»	поле шахты «Кузбасская»	южное крыло шахтного поля	северное крыло шахтного поля
Ускатская (полкаштинская толща)	P_4	$\frac{17}{35}$	$\frac{18}{35}$	$\frac{35}{63}$	$\frac{24}{44}$	$\frac{22}{39}$	$\frac{23}{42}$
	P_3	$\frac{17}{35}$	$\frac{18}{36}$	—	—	—	—
	P_2	$\frac{17}{35}$	$\frac{16}{32}$	$\frac{35}{63}$	—	—	—
	P_1	$\frac{17}{35}$	$\frac{17}{34}$	—	—	—	—

того типа, вследствие чего они обуславливают увеличение газоносности угольных пластов. Вследствие сложного строения шахтного поля наблюдается крайне неравномерное изменение газообильности горных выработок по простиранию. Максимальные ее значения, приуроченные к осевым частям вторичных антиклиналей, составляли 18—23 м³/т; вблизи нарушений газообильность в отдельных случаях возрастала до 37—43 м³/т.

Газоносность угольных пластов северной части шахтного поля определялась в процессе доразведки шахтного поля трестом «Кузбассуглегеология». По южному, мало опробованному крылу шахты определение газоносности пластов производилось по данным газообильности горных выработок. Градиент нарастания газоносности с глубиной составил 4,5 м³/т на 100 м по вертикали.

Прогноз газообильности выработок на гор.—60 м приведен в табл. 65.

Районы нового освоения. Кроме рассмотренных, широко освоенных промышленностью районов необходимо упомянуть еще те районы и месторождения кольчугинской серии, в которых действующие и строящиеся шахты исчисляются единицами или же только предполагается ввод в действие шахт. К их числу относятся: Ускатский район, в котором имеется одна шахта, введенная в действие в 1964 г. и причисляемая к шахтам г. Киселевска; Ерунаковский район, в котором намечено строительство двух шахт; Распадское месторождение Томь-Усинского района, освоению которого положено начало строительством одной шахты.

Основные сведения о шахтах районов нового освоения приведены в табл. 66.

Таблица 66

Шахты	Год ввода в действие	Отметка откаточного штрека нижнего действующего горизонта, м	Категория по газу на конец 1971 г.	Горизонты, намечаемые к освоению, м	Методика прогноза (типовой случай)	Примечание
Ерунаковского района «Ильинская»	—	—	—	—200	II	Новое строительство
«Ускальская»	—	—	—	—200	II	То же
Ускацкого района «Карагайлинская»	1964	+100	Сверхкатегорная	—	II	
Распадского месторождения (Томь-Усинского района) «Распадская»	—	—	—	+70	I	Строящаяся шахта

В Ускацком районе разработка углей ведется в пределах наиболее крупного из месторождений — Карагайлинского, примыкающего к северо-восточной окраине Прокопьевско-Киселевского района. В тектоническом отношении месторождение представляет собой брахисинклиналь, западное крыло которой срезано Киселевским взбросом.

Шахта «Карагайлинская» отнесена к сверхкатегорным по газу вследствие обильных выделений метана в выработки пласта Сергеевского — самого нижнего и самого мощного из разрабатываемых пластов. Интенсивное выделение метана было отмечено еще в процессе строительства шахты при проведении капитальных выработок на гор. +100 м. В процессе ведения горных работ в бремсберговых полях гор. +100 м максимальные значения газобильности горных выработок достигали 23—33 м³/т; значительную долю в газовом балансе участков составляло газовыделение в подготовительные выработки откаточного горизонта.

При разработке нижележащего пласта Рытвинного газобильность выработок может возрасти до 50—55 м³/т.

Ерунаковский район (см. рис. 47) расположен восточнее Ускацкого на левом берегу реки Томи; границы между ними является крупный Соколовский (Журинский) взброс. Строительство двух шахт-новостроек намечается в юго-западной части района, представляющей собой полосу развития напряженных линейных струк-

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность					(м³/т) шахты								
		«Ильинская»			Анисимов		«Ускальская»								
		Красулинская синклинали					ская антиклиналь		юго-западное крыло Кыргызской синклинали			северо-восточное крыло Кыргызской синклинали			
		южная часть	центрально-ная часть	северная часть	южная часть		централь-ная часть	северная часть	южная часть	централь-ная часть	северная часть	южная часть	централь-ная часть	северная часть	
					Гор.	+100 м									
Ускальская	Кыргайский 28	$\frac{10}{17}$	$\frac{10}{17}$	$\frac{23}{34}$	$\frac{12}{19}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Кыргайский 27	$\frac{3}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{15}{24}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Кыргайский 23	$\frac{4}{7}$	$\frac{17}{27}$	$\frac{22}{32}$	$\frac{16}{25}$	—	—	—	—	—	$\frac{32}{49}$	—	—	$\frac{11}{21}$	
	Кыргайский 21	$\frac{4}{7}$	$\frac{19}{31}$	$\frac{21}{32}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Кыргайский 20	$\frac{4}{6}$	$\frac{11}{18}$	$\frac{18}{28}$	$\frac{16}{25}$	—	$\frac{28}{42}$	—	—	$\frac{25}{38}$	$\frac{9}{16}$	—	—	$\frac{24}{36}$	
	Кыргайский 18	—	—	—	$\frac{13}{20}$	—	$\frac{5}{8}$	—	—	$\frac{12}{19}$	$\frac{9}{15}$	—	—	$\frac{13}{20}$	
	Кыргайский 16	—	—	—	$\frac{24}{36}$	—	$\frac{24}{36}$	—	—	$\frac{26}{39}$	$\frac{14}{22}$	—	—	$\frac{28}{42}$	
					Гор.	-200 м									
	Кыргайский 15	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{47}{67}$	—	—	—	$\frac{42}{60}$	
	Кыргайский 14	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{37}{53}$	—	—	—	$\frac{34}{48}$	
	Кыргайский 13	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{59}{85}$	—	—	—	$\frac{57}{81}$	
	Кыргайский 9	$\frac{25}{50}$	$\frac{38}{55}$	$\frac{38}{55}$	—	—	—	—	—	$\frac{68}{98}$	—	—	—	$\frac{68}{98}$	
	Кыргайский 8	$\frac{43}{61}$	$\frac{47}{67}$	$\frac{47}{67}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Кыргайский 7	$\frac{29}{42}$	$\frac{32}{46}$	$\frac{32}{46}$	—	—	—	—	—	$\frac{48}{69}$	—	—	—	$\frac{48}{67}$	
	Кыргайский 3	—	—	—	$\frac{54}{78}$	$\frac{41}{58}$	$\frac{37}{53}$	$\frac{54}{78}$	$\frac{41}{58}$	$\frac{37}{54}$	$\frac{51}{72}$	$\frac{41}{53}$	—	$\frac{37}{54}$	
	Кыргайский 2а	—	—	—	$\frac{39}{56}$	—	—	$\frac{39}{56}$	—	—	$\frac{37}{54}$	—	—	—	

Подсвета	Пласт	Ожидаемая газообильность			
		«Ильинская»			Анисимов
		Красулинская синклиналь			
		южная часть	центральная часть	северная часть	южная часть
	Кыргайский 2	—	—	—	$\frac{44}{63}$
	Кыргайский 1	—	—	—	$\frac{11}{17}$

(м ³ /т) шахт								
«Ускальская»								
ская антиклиналь		юго-западное крыло Кыргайской синклинали			северо-восточное крыло Кыргайской синклинали			
центральная часть	северная часть	южная часть	центральная часть	северная часть	южная часть	центральная часть	северная часть	
$\frac{76}{109}$	$\frac{50}{71}$	$\frac{44}{63}$	$\frac{76}{109}$	$\frac{58}{84}$	$\frac{40}{57}$	$\frac{51}{84}$	$\frac{58}{84}$	
$\frac{9}{15}$	$\frac{9}{14}$	$\frac{11}{17}$	$\frac{9}{15}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{10}{15}$	$\frac{9}{15}$	$\frac{8}{15}$	

тур. К ним относятся (с запада на восток): Красулинская, Кыргайская, Успенская брахисинклинали и заключенные между ними Анисимовская и Тагарышская брахиантиклинали.

Прогноз газообильности перспективных шахт составлен по районным картам прогноза газоносности пластов на гор. +100; ±0; —100; —300 м. Опробование производилось только до глубины 360 м от поверхности, а на проектируемых глубинах (до 450—500 м) газоносность пластов определялась прямолинейной экстраполяцией.

Шахта «Ильинская» (перспективная). Поле шахты расположено в крайней южной части Ерунаковского района, в пределах Красулинской синклинали. Только на юге шахтного поля сохранились оба крыла складки; к северу западное крыло срезается Соколовским взбросом. Восточное крыло погружается под углами 20—40°, западное — 10—20°.

В связи со значительными изменениями природной газоносности пластов по простиранию, вызванными влиянием тектоники, шахтное поле было разделено на три условных пояса, разграниченных по разведочным линиям. В отдельных поясах природная газоносность пластов возрастает с увеличением их стратиграфической глубины.

Шахта «Ускальская» (перспективная) намечается к строительству несколько севернее шахты «Ильинская», поле ее также примыкает на западе к Соколовскому взбросу. В его границах развиты: восточное крыло Красулинской синклинали (западное срезано Соколовским взбросом), симметричная Анисимовская антиклиналь и Кыргайская синклиналь с более пологим юго-западным и крутым северо-восточным крыльями. Восточная граница примыкает к Иганинскому взбросу. Падение пластов — в основном пологое, местами переходит в наклонное. Разбивка на пояса произведена по простиранию пластов, раздельно по Анисимовской

антиклинали, юго-западному и северо-восточному крыльям Кыргайской синклинали.

Прогноз газообильности горных выработок шахт «Ильинская» и «Ускальская» на гор. +100 м и —200 м приведен в табл. 67.

В целом по району, как видно из таблицы, ожидается весьма высокая газообильность горных выработок, возрастающая с юга на север. Основным фактором, обуславливающим такие большие экстремальные значения газообильности по отдельным пластам, является высокая угленасыщенность стратиграфического разреза при малых расстояниях между пластами, т. е. большое удельное значение газовыделения из сближенных пластов.

Распадское месторождение протягивается полосой вдоль северо-западной границы Томь-Усинского района (см. рис. 44). Участки Распадские, включающие поле строящейся шахты «Распадская», расположены на правом берегу рек Усы и Томи. Залегание пластов — моноклинальное, пологое в юго-западной части (5—8°) и несколько круче (до 15°) на северо-востоке. Пласты обозначены нумерацией в восходящем порядке.

Шахта «Распадская» будет разрабатывать пласты с 13-го по 1-й, из них в блоках первой очереди — с 10-го по 1-й. Мощность рабочих пластов от 0,9 до 4 м. Шахтное поле вскрывается отдельными блоками длиной по простиранию 2 км; нумерация блоков — с юго-запада на северо-восток. Каждый блок вскрывается вертикальным стволом, непосредственно с которого производится вскрытие пластов. Бремсберговые и уклонные поля разбиваются на этажи с наклонной длиной лав 100—150 м.

В процессе строительства шахты при проходке наклонного ствола по пласту 7 отмечались случаи интенсивного выделения метана из трещин и шпуров на глубине 43 м от поверхности при пересечении геологического нарушения. После этого трестом «Кузбассуглегеология» была произведена специальная доразведка

шахтного поля с опробованием пластов на газоносность, результаты которой использовались в качестве исходных данных для составления карт прогноза газоносности угольных пластов.

Сводные данные ожидаемой газообильности горных выработок шахты «Распадская» приведены в табл. 68. Указанные цифры относятся к нижнему этажу уклонного поля данного пласта.

Таблица 68

Подсвита	Пласт	Ожидаемая газообильность (м ³ /т) шахты «Распадская» в уклонных полях гор. ±0 м		
		блок № 3	блок № 4	блок № 5
Ускальская	10	$\frac{2}{4}$	$\frac{3}{7}$	$\frac{3}{7}$
		$\frac{6}{14}$	$\frac{6}{14}$	$\frac{6}{15}$
	9	$\frac{19}{39}$	$\frac{8}{17}$	$\frac{6}{12}$
		7	$\frac{4}{8}$	—
	7a	$\frac{12}{25}$	$\frac{14}{30}$	$\frac{14}{29}$
6—6a				
Казанково-маркин- ская	5	$\frac{6}{15}$	$\frac{8}{19}$	$\frac{11}{23}$
		$\frac{17}{36}$	$\frac{15}{30}$	$\frac{9}{19}$
	3	$\frac{24}{45}$	$\frac{28}{52}$	$\frac{29}{55}$
		2	$\frac{16}{33}$	$\frac{16}{35}$
	1			

Глава VI

УПРАВЛЕНИЕ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЕМ В ШАХТАХ

§ 15. УПРАВЛЕНИЕ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЕМ НА ПОЛОГИХ И НАКЛОННЫХ ПЛАСТАХ

Пологие и наклонные пласты Кузбасса разрабатываются преимущественно длинными столбами по простиранию; в Беловском районе применяется в отдельных случаях система разработки парными штреками.

Управление газовойделением в условиях Ленинского, Байдаевского, Осиновского и Беловского районов осуществляется путем выбора рациональных схем проветривания, соответствующей организации работ на участке, изолированного вывода метано-воздушных смесей, дегазации угольных пластов.

Выбор конкретных мероприятий по управлению газовойделением зависит, в частности, от стадии работ на выемочном участке.

В процессе подготовки участка, если концентрация метана в отдельных выработках близка к предельно допустимой, практикуется перераспределение воздуха между выработками. При газовойделении в подготовительные выработки свыше 3 м³/мин борьба с метаном возможна только путем дегазации угольного массива дренажными скважинами в контуре разгрузки вокруг выработок (так называемая ограждающая дегазация).

В начальный и средний периоды очистной выемки в зависимости от условий применяются следующие способы управления газовойделением: обособленное проветривание забоев подготовительных выработок — при высокой природной газоносности разрабатываемого пласта и проведении подготовительных выработок комбайном; разделение во времени сопровождаемых наиболее высоким газовойделением рабочих процессов в подготовительных забоях (проходческие работы) и в лавах (зарубка и отбойка угля) — при последовательном проветривании подготовительных выработок, газовойделение в которые превышает 1,5 м³/мин, с очистными забоями; обособленное проветривание отдельных лав — при превышении предельно допустимой концентрации метана в верхней лаве в результате суммарного поступления газа из всех лав участка.

При использовании высокопроизводительных выемочных комплексов и агрегатов на пластах со значительной природной газо-

ностью бурят скважины для дегазации разрабатываемого пласта впереди очистного забоя.

Для стадии полного развития очистных работ характерно существенное возрастание роли газовыделения из выработанного пространства. Если следствием этого является только загазирование сопряжения лавы с вентиляционным штреком, то прокладывают став труб от вентилятора местного проветривания, устанавливаемого на свежей струе, до указанного сопряжения или же проводят специальный (дегазационный) штрек параллельно вентиляционному для отвода метано-воздушной смеси из выработанного пространства по трубам или без труб. В некоторых случаях трубопровод прокладывают по вентиляционному штреку. Иногда метано-воздушную смесь направляют через старые выработанные пространства на вентиляционный горизонт; последнее мероприятие не может быть рекомендовано, так как оно представляет собой элемент неуправляемой вентиляции.

Если газовыделение из выработанного пространства превышает $2 \text{ м}^3/\text{мин}$, то необходимое снижение газовыделения достигается только способом дегазации надрабатываемых и подрабатываемых оближенных пластов скважинами.

При отработке высокопроизводительными агрегатами сильно газоносных пластов, вблизи от которых залегают другие пласты, применяется комбинированная дегазация, т. е. одновременно осуществляется комплекс мероприятий по дегазации нескольких источников газовыделения.

На гидроучастках (при любой системе разработки) газовыделение из отбитого угля может в начальный момент смыва достигать за короткий промежуток времени больших значений, чем выделение газа из любого другого источника. Как правило, при смыве за один прием большой массы отбитого угля (50 т и более) во время работы гидромониторов повышается концентрация газа не только в забое, но даже в исходящей вентиляционной струе. Поэтому при высокой газоносности пласта следует избегать применения взрывных работ, заменяя их непрерывной отбойкой угля гидравлическим или механогидравлическим способом. Если все же применяется гидротранспорт в комплексе с буровзрывными работами, то паспорт буровзрывных работ должен составляться с таким расчетом, чтобы выход мелких фракций угля был сведен к минимуму. Для уменьшения количества одновременно смываемого угля добыча должна равномерно распределяться в течение смены. Там, где позволяют условия, применяется самотечный транспорт угля от забоя с последующим гидротранспортированием по горизонтальным выработкам; в этом случае обводнение угля и, следовательно, выделение из него газа происходят более равномерно по времени.

Если перечисленные мероприятия не дают необходимого эффекта, применяют увлажнение угольного массива впереди забоя

(эффективно на гидрофильных пластах угля — с выходом летучих веществ $V^r=25\div 37\%$), а также меры по снижению температуры воды перед ее поступлением на участки.

§ 16. УПРАВЛЕНИЕ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЕМ НА КРУТЫХ ПЛАСТАХ

Мощные крутые пласты угля в Прокопьевско-Киселевском районе разрабатываются щитовой системой, комбинированной с гибким перекрытием и наклонными слоями с гидрозакладкой выработанного пространства. Управление газовыделением в этих условиях производится изменением схем проветривания и элементов систем разработки, изолированным выводом метано-воздушной смеси, дегазацией угольных пластов и вмещающих пород.

На стадии подготовки участков при всех системах разработки применяются одинаковые мероприятия по борьбе с газом.

При слоевых скоплениях метана в штреках, если перераспределение воздуха по выработкам затруднено или неэффективно, устанавливают трубопровод до места слоевого скопления. Устранение небольших скоплений (длиной 8—10 м) возможно также путем местного увеличения скорости воздуха за счет установки парусов, перекрывающих $\frac{2}{3}$ сечения выработки снизу, или отвода части воздуха из нагнетательного трубопровода (в выработках, проветриваемых ВМП).

При газовыделении в подготовительные выработки более 3 м³/мин осуществляется дегазация угольного массива дренажными скважинами в контуре разгрузки вокруг выработки.

При высокой природной газоносности пласта, сложенного углями, не склонными к самовозгоранию, увеличивают разрыв во времени между окончанием подготовительных и началом очистных работ.

Меры по управлению газовыделением при очистной выемке устанавливают в зависимости от системы разработки.

Щитовая система является сложной с точки зрения борьбы с газом, хотя, как уже указывалось, абсолютная газообильность щитовых участков не превышает 4—5 м³/мин.

Одним из возможных способов уменьшения газовыделения из-за щита при обрушении пород в выработанном пространстве является отсос газа из выработанного пространства вентилятором, установленным в одной из сбоек или в вентиляционном штреке. Однако применение этого мероприятия возможно только в случае, если отсасываемая смесь не содержит взрывоопасной концентрации метана.

При наличии в выработанном пространстве источников газовыделения (сближенных пластов, неразрабатываемых пачек угля), попадающих в зону беспорядочного обрушения, в условиях, когда уголь не склонен к самовозгоранию, производят дегазацию выработанных пространств путем отвода газа по трубам. Это мероприятие преимущественно применяют на завершающей стадии обработки выемочного участка.

Наиболее эффективным методом управления газовойделением при разработке первого из сближенных пластов и газовойделении из выработанного пространства более 2 м³/мин является дегазация смежных пластов скважинами.

При щитовой системе разработки установка гидромониторов под щитовым перекрытием повышает газоопасность участка. В этом случае приток газа со свежееобнаженной поверхности в сочетании с обильным его выделением из отбитого угля в начальный момент смыва приводит часто к образованию взрывоопасной газовойдушной смеси в небольшом по объему подщитовом пространстве. Положение осложняется еще тем, что при движении пульпы по углеспускным печам происходит опрокидывание вентиляционной струи, вследствие чего наблюдается рециркуляция воздуха в выработках участка. Для уменьшения газоопасности гидромониторы устанавливают на аккумулярующем или промежуточном штреке, т. е. под печами; в этом случае в единицу времени увлажняется меньшее количество отбитого угля и максимальный газовойдебит снижается на 10—15%. Кроме того, направление струи воды при этом совпадает с движением воздушного потока, что значительно улучшает условия вентиляции забоев.

Слоевые и комбинированные системы разработки с обрушением кровли. При этих системах в зависимости от условий осуществляют следующие мероприятия по управлению газовойделением: увеличение скорости отработки верхнего (монтажного) слоя — при наличии горнотехнических условий, благоприятствующих высокопроизводительной механизации выемки угля на пластах высокой степени метаморфизма, т. е. с небольшой начальной скоростью газоотдачи из временно невынимаемой угольной толщи; дегазацию угольного массива впереди очистных забоев в зоне разгрузки его работами опережающих подэтажей — при высокой газоносности разрабатываемого пласта и большом опережении подэтажей по отношению к соседним; дегазацию нижнего слоя — при газообильности участка не менее 5—6 м³/мин и значительном опережении очистных работ нижнего слоя работами верхнего слоя; дегазацию сближенных пластов — при газовойделении из выработанного пространства свыше 2 м³/мин; дегазацию выработанного пространства путем отвода газа — при наличии источников газовойделения в выработанном пространстве (сближенных пластов, неразрабатываемых пачек угля), попадающих в зону беспорядочного обрушения, если уголь пластов не склонен к самовозгоранию.

Слоевая система разработки с гидрозакладкой выработанного пространства и выемкой слоев полосами по простиранию. Одним из мероприятий по управлению газовойделением при этой системе является уменьшение шага закладки с 20—25 до 10—12 м. При ширине вынимаемых угольных полос 15—18 м газовойделение может при этом уменьшиться примерно на 30%. В условиях высокой газоносности

пласта, обуславливающей величину газовыделения не менее 5—6 м³/мин, применяется дегазация подготовленных к выемке слоев.

При наличии слоевых скоплений метана у кровли верхних слоевых штреков, что характерно для данной системы разработки при высокой газоносности пластов, рекомендуется дегазация угольного пласта в контуре разгрузки путем бурения скважины, параллельной слоевому штреку.

Одним из способов снижения газообильности участков, а также борьбы со слоевыми и местными скоплениями является переход с восходящего на нисходящий порядок отработки слоев (там, где это возможно по горнотехническим условиям) и изменение расположения очистного забоя с прямолинейного на диагональное.

Система разработки длинными столбами по простиранию применяется на крутых пластах в Кемеровском, Анжерском и Аралычевском районах. В пределах этажа находятся одновременно в работе, как правило, не менее трех-четырех лав.

Методы управления газовыделением при высокой газообильности участков в основном аналогичны применяемым при данной системе разработки на пологом и наклонном падении (см. выше). При проведении большого числа выработок на стадии подготовки участка и высоком газовыделении (более 1,5—2 м³/мин) иногда целесообразно ограничить число забоев, одновременно находящихся в работе, и разграничить во времени рабочие процессы в отдельных лавах.

Система подэтажной гидроотбойки. Для этой системы, так же как и для щитовой, характерна разветвленная сеть подготовительных выработок, дегазирующих угольный массив. Поэтому, если единственно возможным способом снижения газообильности выработок является дегазация пласта, ее следует проводить до вскрытия пласта.

Если при системе подэтажной гидроотбойки невозможно избежать случаев загазирования очистных забоев и прилегающих к ним выработок во время смыва угля, то газ из куполов заходок удаляют проточной струей воздуха, для чего проводят дополнительный штрек в верхней части подэтажа.

При концентрации метана в отдельных выработках, близкой к предельно допустимой, производят перераспределение воздуха между подэтажами путем регулирования воздушных потоков в печах и ортах. Наиболее рациональный способ борьбы с газом при интенсивном его выделении из самого пласта (если он не склонен к самовозгоранию) — увеличение разрыва во времени между подготовкой этажа и очистной выемкой.

Применение активных методов управления газовыделением целесообразно при тех же условиях, что и при других системах разработки. Следует отметить, что с интенсификацией добычи угля газовыделение в выработки гидроучастков будет возрастать. Соответственно будет расширяться область применения активных методов управления газовыделением.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате многолетних исследований, проводившихся ВостНИИ в Кузбассе, изучены основные особенности газопроявлений в шахтах этого уникального по своим горно-геологическим условиям каменноугольного бассейна.

Выявлена структура газового баланса участков с учетом ее изменения по мере их отработки различными системами.

Проведенные исследования позволили уточнить некоторые положения общесоюзной инструкции по прогнозу газообильности шахт применительно к Кузбассу. В частности, это относится к определению газообильности горных выработок при слоевых системах разработки, газовыделения из сближенных пластов большой и средней мощности, неравномерности газовыделения при сложных схемах проветривания участков. Разработаны также рекомендации по изменению методики расчета ожидаемого газовыделения в горизонтальные и наклонные подготовительные выработки, приемлемые для условий бассейна в целом.

Рассмотрение вопросов газовыделения при гидравлической технологии добычи угля показало, что ее особенности (повышение неравномерности выделения метана в результате двоякого влияния увлажнения на систему уголь — газ) проявляются в наибольшей степени при взрывном способе отбойки или рыхления угля с последующим гидротранспортированием.

На основании проведенных исследований составлен сводный прогноз газообильности шахт Кузбасса, увязанный с развитием угольной промышленности бассейна. Динамика роста газообильности шахт бассейна представлена в виде рядов распределения в табл. 69. При этом в качестве величины газообильности до 1971 г. приняты максимальные из значений этого показателя за период 1953—1971 гг. (без анализа их представительности), а в качестве прогнозных величин — сопоставимые с ними значения максимальной относительной газообильности горных выработок наиболее газовых шахтопластов.

Составленные прогнозы используются при корректировке комплексного проекта развития бассейна и при конкретном проек-

Таблица 69

Годы	Количество шахт с максимальной газообильностью, м ³ /т добычи											всего
	0—5	5—10	10—15	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40	40—50	50—80	80 и выше	
Абсолютное количество												
До 1971	10	15	9	5	7	8	6	4	3	3	8	78
На 1985 (прогноз)	1	2	4	2	4	6	11	5	10	11	12	68
В процентах												
До 1971	13	19	11	7	9	10	8	5	4	4	10	100
На 1985 (прогноз)	1	3	6	3	6	9	16	7	15	16	18	100

тировании шахт-новостроек и углубки действующих шахт, а также новых участков на действующих горизонтах в качестве основы для расчетов вентиляции и дегазации.

Однако необходимо иметь в виду, что прогнозы должны уточняться в следующих случаях:

- при существенном изменении основных положений проекта, в том числе при изменении отметки проектируемого горизонта на ± 50 м и более или прирезке к шахтному полю новых участков;
- по истечении пяти лет со времени составления прогноза газообильности шахты горностатистическим методом;
- при поступлении новых материалов по опробованию угольных пластов на газоносность при доразведке.

Наряду с изучением вопросов прогноза газообильности обобщался опыт шахт по борьбе с газом и были разработаны рекомендации по управлению газовойделением при различных системах разработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анненков Б. А. Неравномерность метановыделения в лавах угольных шахт. — В кн.: «Научные сообщения», вып. 18. М., Госгортехиздат, 1963 (ИГД им. А. А. Скочинского).
2. Бархатова В. И. Исследование метаноемкости мощных угольных пластов Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса. — В кн.: «Вопросы безопасности в угольных шахтах», т. II. М., Госгортехиздат, 1962 (ВостНИИ).
3. Баталин С. А. Вентиляция на шахтах Кузбасса. М., Углетехиздат, 1951.
4. Винарский И. С. Зависимость дебита метана из выработанного пространства от горнотехнических параметров при столбовой системе разработки мощных угольных пластов. — В кн.: «Вопросы проветривания шахт Донецкого бассейна», № 44. М., «Недра», 1969 (ДонУГИ).
5. Войник И. А. Способы герметизации скважин для измерения газового давления. — «Уголь», 1956, № 4.
6. Волошин Н. Е., Хорунжий Ю. Т. Применяемые методы и результаты замеров давления газа в угольных пластах и породах. — «Уголь Украины», 1969, № 11.
7. Воропаев А. Ф., Метлин А. В., Сергеев И. В. Герметический кернонаборник для определения газоносности угольных пластов. — В кн.: «Научно-исследовательские работы в угольной промышленности», вып. I. М., ЦИТИУгля, 1959.
8. Временная инструкция по определению и прогнозу газоносности (метаноносности) угольных пластов при проведении геологоразведочных работ. М., «Недра», 1966.
9. Временная инструкция по прогнозу метанообильности угольных шахт СССР. М., «Недра», 1965.
10. Гаркави С. М. Опыт увлажнения угольного массива через скважины под давлением для усиления дегазации. — «Уголь», 1955, № 7.
11. Гроссман С. О. Предварительные данные о распределении метана в некоторых угольных пластах Кузбасса. — «Безопасность труда в горной промышленности», 1936, № 7.
12. Довба А. С. Влияние влажности угля на газоотдачу. — «Бюллетень МакНИИ», 1940, № 10.
13. Дубов Г. П., Наконечный Л. И. Дренажное осушение угольных пластов подготовительными выработками при системе разработки длинными столбами по простиранию. — «Техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело», № 2. М., ЦНИЭИуголь, 1968.
14. Дубов Г. П. Определение природной газоносности пластов. — «Техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело», № 1. М., ЦНИЭИуголь, 1969.
15. Дубов Г. П., Кайсаров Л. И. Исследование связи между природной газоносностью угля и газовыделением в подготовительные выработки. —

В кн.: «Безопасность работ в угольных шахтах», т. XIII. М., «Недра», 1970 (ВостНИИ).

16. Дубов Г. П., Гайбович Ф. М. Метод уточнения природной метаносности пластов, определяемой по керновым пробам. — «Уголь», 1971, № 4.

17. Дубов Г. П. Расчет метановыделения из отбитого угля в забой подготавливаемых выработок. — В кн.: «Техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело», № 6. М., ЦНИЭИУголь, 1971.

18. Дугин Е. В. Комплексный проект развития угольной промышленности Кузбасса. — «Уголь», 1965, № 11.

19. Дьячков А. И., Домбровский В. И. Моделирование процессов фильтрации газа из временно невынимаемой толщи при разработке мощных угольных пластов слоевыми системами с закладкой. — «Техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело», № 7—8. М., ЦНИЭИУголь, 1970.

20. Ефремов К. А. Метод составления карт прогноза газоносности угольных пластов. М., Госгортехиздат, 1961.

21. Ефремов К. А. Метод составления карт прогноза газоносности угольных пластов по разведочным участкам Кузбасса. — В кн.: «Вопросы безопасности в угольных шахтах», т. II. М., Госгортехиздат, 1962 (ВостНИИ).

22. Ефремов К. А., Дьячков А. И. Остаточная газоносность угля, выдаваемого из шахты. — «Технология и экономика угледобычи», № 3. М., ЦНИИТЭИУгля, 1966.

23. Ефремов К. А., Одноруков Г. Ф., Маловинский Е. С. Кернонаборник шахтных герметических. — В кн.: «Вопросы безопасности в угольных шахтах», т. VIII. М., «Недра», 1968 (ВостНИИ).

24. Ефремов К. А. Результаты научно-исследовательских работ ВостНИИ в области прогноза газообильности шахт. — «Техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело», № 11—12. М., ЦНИЭИУголь, 1969.

25. Заковрашин В. А. Расчет первоначальной газоносности отработанной части пласта по данным газообильности горных выработок. Кемерово, изд. ВостНИИ, 1969.

26. Калимов Ю. И. О неравномерности газовыделения в угольных шахтах. «Безопасность труда в промышленности», 1961, № 7.

27. Калимов Ю. И., Зенин А. Г. Борьба с пылью на шахтах комбината Воркутауголь путем предварительного увлажнения угольного массива. — «Технология и экономика угледобычи», № 2. М., ЦНИИТЭИУгля, 1963.

28. Каратаев А. Ф. Анализ методов определения ожидаемого газовыделения угольных шахт. — В кн.: «Известия Томского политехнического института им. С. М. Кирова», т. 67, вып. 1. Томск, изд. ТПИ, 1949.

29. Колотовкин Л. Д. Неравномерность метановыделения при разработке пластов крутого и наклонного падения на шахтах Кузбасса. — В кн.: «Вопросы безопасности в угольных шахтах», т. VIII. М., «Недра», 1967 (ВостНИИ).

30. Комаров В. Б., Фомичев В. И. О неравномерности газовыделения в пределах выемочного участка. — В кн.: «Записки Ленинградского горного института им. Г. В. Плеханова», т. 46, вып. 1. М. Госгортехиздат, 1962 (ЛГИ).

31. Корепанов К. А., Скляр Л. А. Газовыделение при гидравлической добыче угля. — В кн.: «Техника безопасности в угольной промышленности». М., Госгортехиздат, 1963.

32. Коробкин П. И. Кернонаборник и вакуумная мельница для изучения естественной влажности и остаточной газоносности каменных углей. — В кн.: «Научные сообщения», вып. 33, М., «Недра», 1967 (ИГД им. А. А. Скочинского).

33. Кравцов А. И. Влияние геологических условий на газоносность угольных месторождений. М., Углетехиздат, 1950.

34. Кременчуцкий Н. Ф., Лебедев А. Н. К вопросам установления категоричности шахт и коэффициента неравномерности газовыделений. — В кн.: «Труды Карагандинского политехнического института», вып. 4. Караганда, изд. КПТИ, 1960.

35. Кричевский Р. М. К прогнозу выделения метана на угольных шахтах Донбасса. — «Бюллетень МакНИИ», 1947, № 15.

36. Лидин Г. Д. Метанообильность шахт Кузбасса. — «Известия Академии наук СССР», ОТН, 1949, № 7.
37. Лидин Г. Д. Газообильность каменноугольных шахт СССР, т. I. М., Изд-во АН СССР, 1949.
38. Лидин Г. Д., Айруни А. Т. О теории дегазации сближенных угольных пластов. — В кн.: «Вопросы теории дегазации угольных пластов». М., Госгортехиздат, 1963 (ИГД им. А. А. Скочинского).
39. Липаев Ю. А. Прогноз распределения давления газа в угольном массиве и газовой выделения из него в подготовительные выработки методом гидравлических аналогий. — В кн.: «Методы определения газоносности пластов и прогноза газообильности шахт». М., Госгортехиздат, 1962 (ИГД им. А. А. Скочинского).
40. Милетич А. Ф., Яровой И. М., Грецингер Б. Е. Колебания газовой выделения в зависимости от производственных процессов, выполняемых на участке. — «Безопасность труда в промышленности», 1962, № 3.
41. Михайлов В. И., Кузьмин Д. В. Определение ожидаемой метанообильности шахт Донбасса. — В кн.: «Вопросы безопасности в угольных шахтах», т. XVIII. М., «Недра», 1968 (МакНИИ).
42. Молчанов И. И., Кузнецкий бассейн. Энциклопедический справочник «Горное дело», т. II. М., Углетехиздат, 1957.
43. Мясников А. А. Влияние систем разработки угольных пластов на газообильность горных выработок в условиях Кузбасса. — В кн.: «Методы определения газоносности пластов и прогноза газообильности шахт». М., Госгортехиздат, 1962 (ИГД им. А. А. Скочинского).
44. Мясников А. А. Проветривание горных выработок при различных системах разработки. М., Госгортехиздат, 1962.
45. Мясников А. А. Проветривание горных выработок при новых способах выемки угля. М., «Недра», 1966.
46. Мясников А. А., Колотовкин Л. Д. К вопросу метаноопасности угольных шахт. — В кн.: «Вопросы безопасности в угольных шахтах», т. IX. М., «Недра», 1969 (ВостНИИ).
47. Мясников А. А., Патрушев М. А. Основы проектирования вентиляции угольных шахт. М., «Недра», 1971.
48. Осипов С. Н. Метановыделение при разработке пологих угольных пластов. М., «Недра», 1964.
49. Петросян А. Э. К вопросу об удалении газа из выработанных пространств. — В кн.: «Дегазация угольных пластов». М., Госгортехиздат, 1961 (ИГД им. А. А. Скочинского).
50. Петросян А. Э., Сергеев И. В. Методика определения газообильности выработок при безлюдной выемке угля. М., изд. ИГД им. А. А. Скочинского, 1962.
51. Петросян А. Э., Сергеев И. В., Устинов Н. И. Научные основы расчета параметров горных выработок по газовому фактору. М., «Недра», 1969.
52. Печук И. М. Дегазация спутников угольных пластов скважинами. М., Углетехиздат, 1956.
53. Пролыгин Д. М., Дубов Г. П., Дьячков А. И. Исследование газового баланса гидроучастков шахт Кузбасса. — В кн.: «Вопросы безопасности в угольных шахтах», т. V. М., «Недра», 1964 (ВостНИИ).
54. Пролыгин Д. М. Исследование метановыделения при гидравлической добыче угля. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Кемерово, Кузбасский политехнический институт, 1967.
55. Романовский В. И. Применение математической статистики в опытном деле. ОГИЗ — Гостехиздат, 1947.
56. Скочинский А. А., Лидин Г. Д., Петросян А. Э. К вопросу об определении длины лавы по газовому фактору. — «Уголь», 1960, № 12.
57. Солонин И. С. Математическая статистика в технологии машиностроения. М., Машгиз, 1960.
58. Софоновский В. И. Метановыделение в гидрошахтах и расчет их проветривания. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. М., МГИ, 1966.

59. Таран Н. П. Метаноемкость углей Кузнецкого бассейна. — «Технология и экономика угледобычи», № 12. М. ЦНИЭИУголь, 1967.
60. Таран Н. П. Каталог метаноемкости углей Кузбасса. Кемерово, изд. ВостНИИ, 1968.
61. Фомичев В. И. Исследование газовой выделенности в пределах выемочного участка (на примере шахт Воркуты). Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. М., МГИ, 1962.
62. Ханин А. А. Связанная (остаточная) вода и ее влияние на газопроницаемость и газоемкость горных пород. — «Газовая промышленность», 1958, № 1.
63. Цырульников А. С., Рыженко И. А. Определение предельной длины очистных механизированных забоев по фактору газовой выделенности. — «Уголь Украины», 1959, № 7.
64. Чернов О. И., Альперович В. Я. Принципы комплексного метода борьбы с каменноугольной пылью, газовой выделенностью, внезапными выбросами угля и газа, горными ударами и эндогенными пожарами в угольных шахтах. — В кн.: «Научные сообщения», вып. 4. Кемерово, Кемеровское книжное изд-во, 1961 (ВостНИИ).
65. Чунту Г. И. Прогноз метанобильности выработок и управление газовой выделенностью на шахтах Осинковского и Прокопьевского районов Кузбасса. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Кемерово, Кузбасский политехнический институт, 1966.
66. Эттингер И. Л. Газоемкость ископаемых углей. М., «Недра», 1966.
67. Якушин Н. П. Внезапные выделения газа в Кузбассе. М., Углетехиздат, 1950.
68. Beckmann F. Die Methansorption von Steinkohlen. «Brennstoff — Chemie», 1954, N 1/2.
69. Jolly D. C., Morris L. H., Hinsley F. B. An Investigation into the Relationship Between the Methane Sorption Capacity of Coal and Gas Pressure. «Mining Eng.» 1968, N 94.
70. Jüntgen H., Karweil J. Gasbildung und Gasspeicherung in Steinkohlenflözen. «Erdöl und Kohle. Erdgas — Petrochemie», 1966, NN 4, 5.
71. Patteisky K. Die Art des Vorhandenseins des Grubengases im Gebirge und seines Austretens. «Bergbau — Archiv», 1951, Bd. 15, N 2.
72. Patteisky K. Beziehungen Zwischen Naturfeuchte und Grubengasführung der Braunglanzkohlen von Fohnsdorf und Leoben. «Berg und Hüttenmännische Monatshefte», 1951, N 6.
73. Schilling H. D. Chemisch-physikalische Aspekte der Entstehung, Speicherung und Entbindung von Grubengasen. «Bergfreiheit», 1970, NN 5, 6.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава I. Источники газовыделения в шахтах и газовый баланс участков при основных системах разработки, применяемых в Кузбассе	8
§ 1. Общие сведения	8
§ 2. Структура газового баланса в зависимости от стадии отработки участков	10
Глава II. Газовыделение из разрабатываемых угольных пластов	19
§ 3. Газовыделение в подготовительные и очистные выработки из пласта, разрабатываемого без разделения на слои, при обычной технологии добычи угля	19
§ 4. Газовыделение в подготовительные и очистные выработки из разрабатываемого пласта при гидравлической технологии добычи угля	35
§ 5. Газовыделение в очистные выработки разрабатываемого пласта при слоевых системах разработки	46
Глава III. Газовыделение из сближенных угольных пластов	60
§ 6. Определение природной и остаточной газоносности угольных пластов	60
§ 7. Характер естественной дегазации сближенных пластов при разгрузке их от горного давления	64
§ 8. Остаточная газоносность и коэффициент газоотдачи сближенных угольных пластов	71
Глава IV. Неравномерность газовыделения	76
§ 9. Неравномерность газовыделения при обычной технологии добычи угля	76
§ 10. Неравномерность газовыделения при гидравлической технологии добычи угля	86
§ 11. Динамика абсолютной газообильности участка за период отработки выемочного поля	90
Глава V. Прогноз газообильности шахт Кузбасса	94
§ 12. Методы прогноза газообильности шахт, применяемые в бассейне	94
§ 13. Прогноз газообильности шахт в районах балахонской серии	102
§ 14. Прогноз газообильности шахт в районах кольчугинской серии	163
Глава VI. Управление газовыделением в шахтах	197
§ 15. Управление газовыделением на пологих и наклонных пластах	197
§ 16. Управление газовыделением на крутых пластах	199
Заключение	202
Список литературы	204

80 коп.

04

3150 +

НЕДРА-1974