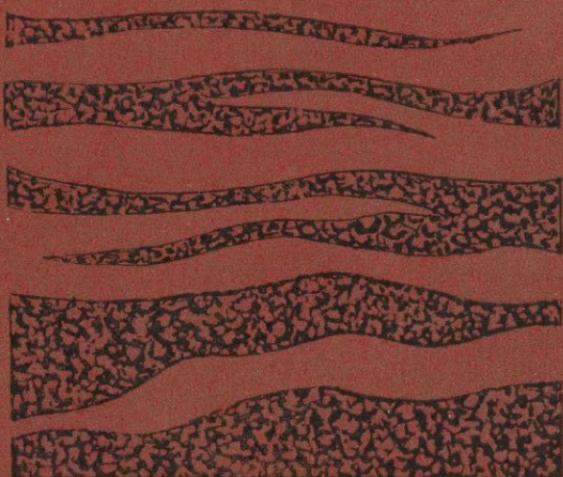


В. В. РЕВИН

ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ  
ПЕСКИ  
И ПЕСЧАНО-  
ГРАВИЙНЫЕ  
ОТЛОЖЕНИЯ



В. В. Ревин

553.6

ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ  
ПЕСКИ  
И  
ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНЫЕ  
ОТЛОЖЕНИЯ

2088



Москва  
«НЕДРА»  
1977



Ревин В. В. Четвертичные пески и песчано-гравийные отложения.  
М., «Недра», 1977, 184 с.

Настоящая работа рассчитана на специалистов, занимающихся геологией и разведкой строительных материалов и, в частности, песка и гравия. В книге приводится краткий региональный анализ размещения месторождений на территории СССР, устанавливаются зоны их локализации. Восстанавливая условия и закономерности образования различных типов залежей, следует уделить внимание малоразработанной методике их геологического прогнозирования.

На территории Северо-Запада СССР впервые выделяется большая группа промышленных перлювиальных залежей, устанавливаются их приуроченность к определенным вертикальным ярусам современного рельефа.

Отдельные разделы книги посвящены практике полевых исследований — поискам, методике размещения разведочных выработок и опробованию. Проблемы исследований песчано-гравийных отложений рассматриваются как самостоятельный раздел геологии строительных материалов.

Книга представляет интерес для геологов, студентов вузов и учащихся техникумов соответствующей специальности.

Табл. 48, ил. 23, список лит. — 13 назв.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В Советском Союзе в большом объеме ведется гидротехническое, промышленное, жилищное и транспортное строительство. Непрерывно растет и производство различных видов местных строительных материалов и в основном песка, гравия и щебня. В настоящее время ни одно строительство немыслимо без бетона, а бетон более чем на две трети состоит из песка, гравия или щебня.

Поисками и разведкой месторождений песка и песчано-гравийного материала в настоящее время занимается целый ряд министерств и ведомств, в том числе территориальные геологические управления Министерства геологии РСФСР и соответствующие геологические организации союзных республик, геологические подразделения по линии министерств промышленности строительных материалов союзного и республиканского подчинений, ведомственные геологические службы Министерства транспортного строительства СССР и т. д. Ежегодно многочисленные полевые геологоразведочные экспедиции и партии проводят поиски и разведку месторождений стройматериалов, однако на современном этапе уже невозможно обеспечить расширение минеральносырьевой базы только за счет увеличения объема поисковых и геологоразведочных работ.

В последние годы производство песка и гравия в стране приближается к 0,3 млрд. м<sup>3</sup> в год (без учета гравия, переработанного на щебень). Погребность в этом виде сырья несомненно будет расти и дальше, и соответственно перед геологической службой стоит вопрос обеспечения этих потребностей. Большое значение сейчас приобретает выработка оптимальных методик проведения геологических исследований.

В предлагаемой работе освещены условия формирования и локализации месторождений песка и гравия, установлена зональность в их размещении на территории СССР, дано толкование главным генетическим типам и предлагается промышленно-генетическая их классификация.

Разрабатывая методику прогнозирования месторождений, автор выделяет пески и гравий вторичного происхождения, возникающие на территориях, где первичные ледниковые формы полностью или в значительной степени переработаны. На примере Северо-Запада РСФСР установлено, что эти месторождения локализуются в двух вертикальных ярусах, нижний из которых тяготеет к высшим прибрежным площадям ингрессий Белого и Балтийского морей, а верхний, лежащий на более высоких отметках, соответствует, по-видимому, более глубоким и более древним их ингрессиям.

Последние разделы книги посвящены практике полевых работ — проведению поисков в условиях различной геологической обстановки, выбору оптимальной разведочной сети, полевым методам опробования и пр. При этом рассматриваются возможные варианты лабораторных, гидрогеологических и геофизических исследований.

Разделы книги, посвященные камеральной обработке материалов, подсчету запасов и составлению геологических отчетов, даны конспективно в связи с тем, что эти вопросы довольно подробно освещены во многих специальных исследованиях и в частности в последних работах В. М. Борзунова [2, 3].

Автор не исключает возможных недостатков настоящей книги и будет весьма благодарен за все советы и пожелания.

Часть первая.

## ГЕОЛОГИЯ И ПРОГНОЗ

Глава I.

### ОСНОВНЫЕ ПРОМЫШЛЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОГО МАТЕРИАЛА, ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ СССР

На территории Советского Союза зарегистрировано 1597 песчано-гравийных месторождений с суммарными запасами 14257,2 млн. м<sup>3</sup>. Балансом запасов полезных ископаемых учтено всего 866 месторождений. В табл. 1 приводятся данные по размещению этих месторождений на территории СССР. Две трети (66%) месторождений приурочено к крупным экономическим районам и республикам. Такими экономическими районами являются: Северо-Кавказский, Северо-Западный, Уральский, Восточно-Сибирский и Центральный, а также Узбекская ССР и Казахская ССР.

Наиболее полно охарактеризована геологическими исследованиями европейская часть СССР, Казахстан и Средняя Азия, слабее — территория, прилегающая к Транссибирской железной дороге. На остальной территории промышленные месторождения песка и песчано-гравийного материала разведаны в районе крупных промышленных центров, таких, как Норильск, Якутск, Магадан и т. д. Добыча песка и гравия в 1972 г. составила 268,2 млн. м<sup>3</sup>.

Следует обратить внимание на основные факторы, позволяющие относить месторождения к разряду промышленных:

1) объем запасов горной массы, обеспечивающий многолетнюю деятельность механизированного карьера; 2) качество песка и гравия, удовлетворяющее требованиям соответствующих ГОСТов; 3) условия залегания полезной толщи, обеспечивающие экономическую эффективность ее отработки.

В дальнейшем будут рассматриваться лишь те месторождения, которые учтены балансом запасов минерального сырья по территориальным подразделениям (областям, краям, республикам).

Перед настоящей работой не ставится задача дать детальную оценку размещения месторождений с конкретной их привязкой к местности и оценкой качества сырья, горнотехнических и эксплуатационных свойств. Для этих целей существуют специальные справочники по оценке минеральных ресурсов с картами размещения месторождений.

Таблица 1

Размещение промышленных месторождений песчано-гравийных материалов по республикам и экономическим районам СССР

Республика, экономический район	Число месторождений	Запасы на 1/1 1972 г.			Добыча за 1971 г.	
		A+B, млн. м³	A+B+C₁	% запасам по СССР	C₂, млн. м³	млн. м³
			млн. м³			
РСФСР	532	2349,7	6159,2	59,8	1093,5	97,12
в том числе:						
Северо-Западный	94	239,6	615,3	6,0	184,4	13,07
Прибалтийский (Калининградская область)	4	25,0	53,9	0,5	8,1	1,19
Центральный	141	823,4	1963,6	19,1	307,3	30,23
Центрально-Черноземный	1	1,3	5,3	0,05	—	—
Волго-Вятский	7	55,6	195,9	1,9	32,5	0,51
Поволжский	42	92,1	334,0	3,2	205,2	13,15
Северо-Кавказский	34	214,9	595,6	5,8	125,0	11,07
Уральский	60	284,5	792,0	7,7	19,8	9,45
Западно-Сибирский	43	233,1	483,0	4,7	23,9	8,43
Восточно-Сибирский	70	313,0	851,5	8,3	163,3	7,92
Дальневосточный	36	67,2	269,1	2,6	24,0	2,10
Эстонская ССР	4	14,5	30,7	0,3	4,0	0,72
Латвийская ССР	19	38,3	222,3	2,2	167,8	0,94
Литовская ССР	14	63,7	157,4	1,5	—	2,57
Белорусская ССР	48	109,8	336,8	3,3	85,5	10,33
Украинская ССР	17	61,3	157,3	1,5	8,3	3,21
в том числе:						
Донецко-Приднепровский	1	0,9	4,2	0,04	1,9	—
Юго-Западный	14	39,7	100,4	1,0	3,4	3,14
Южный	2	20,7	52,7	0,5	3,0	0,07
Молдавская ССР	13	37,5	97,5	0,9	41,2	1,56
Грузинская ССР	20	82,3	277,4	2,7	—	1,00
Азербайджанская ССР	17	69,2	238,9	2,3	19,0	3,46
Армянская ССР	9	37,7	102,6	1,0	2,1	1,42
Казахская ССР	108	399,8	1445,5	14,1	547,5	6,80
Киргизская ССР	11	47,6	115,4	1,1	111,4	1,15
Таджикская ССР	13	87,2	291,8	2,8	2,6	0,99
Туркменская ССР	8	51,6	129,5	1,3	—	2,48
Узбекская ССР	33	171,5	528,8	5,1	867,9	14,64
Итого по СССР	866	3621,7	10291,1	100,0	2950,8	148,39
						100,0

Цель настоящей работы заключается в следующем:

1. Установление для хорошо изученных территорий (путем анализа основных условий локализации песчано-гравийных отложений и песков) основных генетических типов месторождений. Используя приемлемый в таком случае метод аналогии, можно определить вероятные условия локализации, генетические типы и возможные масштабы залежей на площадях, подлежащих изучению.

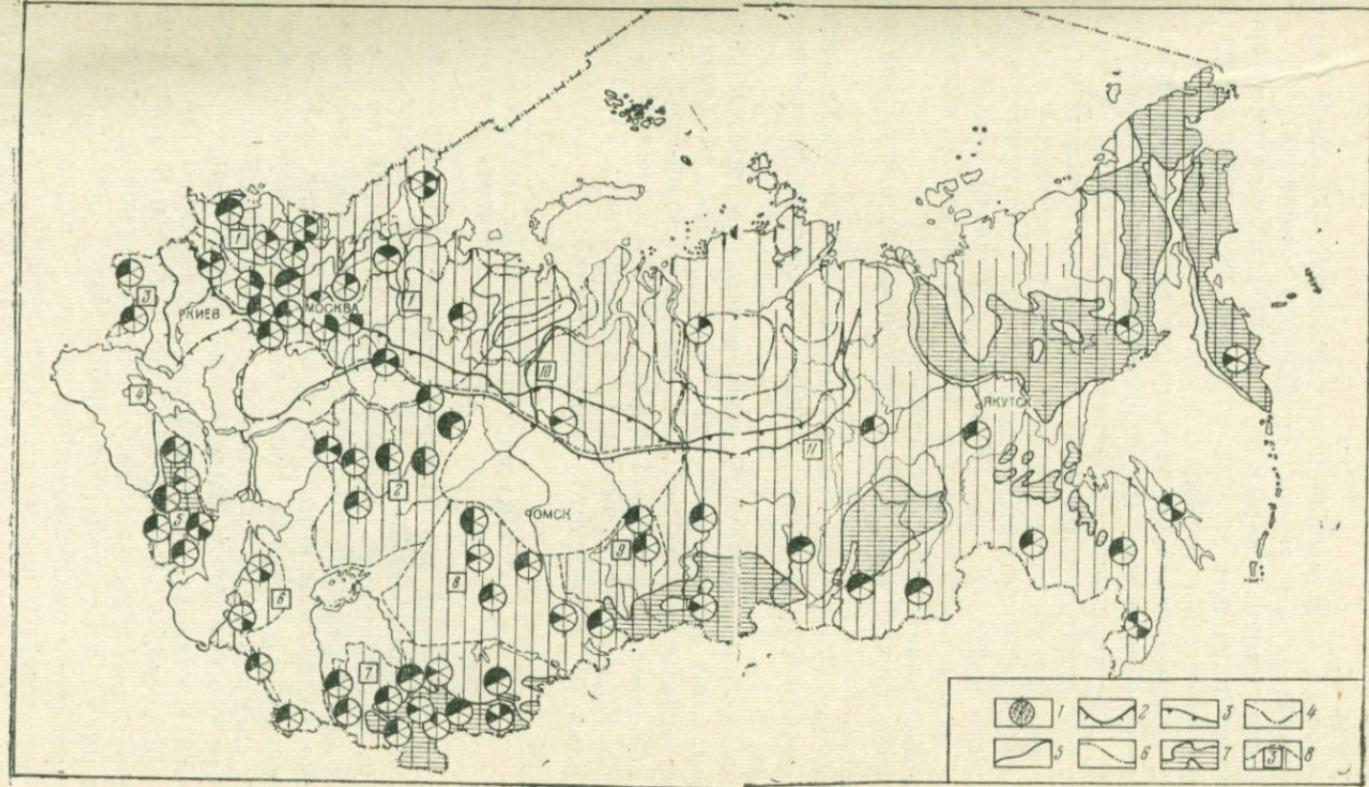


Рис. 1. Размещение месторождений гравия основных генетических типов на территории СССР.  
 1 — тип месторождений (залитые секторы круга соответствуют следующим буквенным обозначениям): а — аллювиальный древний, б — аллювиальный современный, в — флювиогляциальный, г — межморенный, д — морской, е — дочетвертичный. Граница оледенения: 2 — днепровского, 3 — московского; 4 — калининского; 5 — осташковского; 6 — карельского; 7 — площади максимального развития горных ледников; 8 — зона локализации

2. Рассмотрение вопросов формирования песчано-гравийных отложений на общем фоне развития четвертичных образований нашей страны.

3. Разработка промышленно-генетической классификации месторождений песка и песчано-гравийного материала.

4. Решение основных вопросов, связанных с методикой прогнозирования (с учетом данных по условиям формирования и локализации залежей и требований к картам прогноза).

На рис. 1 нами показано размещение различных генетических типов промышленных месторождений песчано-гравийного материала. Для территории европейской части СССР и Средней Азии, где широко проводились работы по поискам и разведке песчано-гравийных залежей, каждый приведенный на карте знак — кружок — поставлен в центре характеризуемого административного подразделения. На остальной части Союза ССР указанные знаки расположены в центре площади с выявленными песчано-гравийными месторождениями.

На схеме можно проследить тяготение песчано-гравийных месторождений к горным областям.

Вполне понятно, что четкость выделения зон локализации песчано-гравийных отложений зависит от степени изученности территории.

В пределах наиболее охарактеризованной месторождениями территории нами выделяются следующие зоны локализации песчано-гравийных отложений: 1) Восточно-Европейской равнины; 2) Среднего и Южного Урала; 3) Восточных Карпат; 4) Горного Крыма; 5) Кавказа; 6) Закаспийской; 7) Памира и Тянь-Шаня; 8) Казахского мелкосопочника; 9) Алтая.

#### ЗОНА ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ

На этой обширной территории, периодически покрывавшейся ледниками, образование песчано-гравийных месторождений связано с деятельностью ледников. Максимальным по своим размерам на территории Восточной Европы было днепровское оледенение, отложения которого стратиграфически залегают в низах среднего плейстоцена. Ниже, до границ с плиоценом, выделяются еще несколько оледенений (табл. 2). Однако для рассматриваемой зоны четко выделяется только одно — окское оледенение, южная граница которого проходит по южной окраине Белорусской ССР и доходит до р. Камы. В отложениях этого возраста встречены обломки осадочных пород, принесенных ледниками с Русской платформы, Новой Земли и Урала.

В направлении от древнечетвертичного — окского — оледенения к верхнечетвертичному — осташковскому (см. рис. 1) наблюдается резкое сокращение их площади. Формирование песчано-гравийных отложений сопровождало каждое из этих оле-

## Схема стратиграфического подразделения четвертичного периода

Современные отложения (голоцен)	Унифицированная схема МСК (1964 г.) для Европейской части СССР		Унифицированная схема Западной Сибири (1961 г.)		Альпы и Италия (по А. Пенку, Э. Брюкнеру, Б. Эберли и др.)
Верхнечетвертичные отложения (верхний плейстоцен)	Современный (голоценовый) горизонт		Современный горизонт		Последледниковое (поствюрмское время)
	Осташковский (ледниковый)	Валдайский надгоризонт	Сартанский (ледниковый)		Вюром III
	Молого-шекснинский (межледниковый)		Каргинский (межледниковый)		Интерстадиал (вюром II—III)
	Калининский (ледниковый)		Зырянский (ледниковый)		Вюром II
	Микулинский (межледниковый)		Казанцевский		Интерстадиал I—II
Среднечетвертичные отложения (средний плейстоцен)	Московский (ледниковый)	Бактинский надгоризонт	Тазовско-санчуговский		Вюромское оледенение (вюром)
	Одинцовский (межледниковый)		Мессовско-ширтинский		Рисс II
	Днепровский (ледниковый)		Самаровский		Интерстадиал (рисс I—II)
	Лихвинский (межледниковый)		Тобольский		Рисс I
	Окский (ледниковый)		Древний ледниковый (демьяновский)		Интергляциал (миндель — рисс)
Нижнечетвертичные отложения (нижний плейстоцен)	Беловежский (межледниковый)		Доледниковый		Миндель II
					Интерстадиал (миндель I — II)
					Миндель I

денений. Однако степень сохранности первичных ледниковых форм и доступность освоения залежей, как правило, уменьшаются в обратном порядке.

Ниже рассмотрим основные генетические типы песчано-гравийных отложений, имеющих промышленное значение.

Для территории развития верхнечетвертичных ледниковых покровов, в пределах которых наиболее полно сохранились первичные ледниковые формы рельефа, характерны надморенные залежи флювиогляциального генезиса, представленные зандрами, озами, камами, террасированными образованиями древних ложбин стока талых ледниковых вод. Подчиненное значение имеют здесь месторождения других генетических типов — аллювиальные (русловые, пойменные и надпойменные), отложения озерно-ледниковых, озерных и морских, современных и древних бассейнов.

Далее к юго-востоку, на территории развития более древних, в основном московских, ледниковых отложений, ведущим промышленным генетическим типом являются уже не надморенные флювиогляциальные отложения, почти полностью уничтоженные здесь эрозионно-абразионными процессами, а межморенные. Большое значение приобретают аллювиальные песчано-гравийные образования, возникшие в результате деятельности эрозионных процессов.

В пределах развития Днепровской морены распространены в основном аллювиальные песчано-гравийные осадки. На западе встречаются единичные древние зандровые залежи. С учетом вышесказанного в пределах рассматриваемой зоны целесообразно выделить следующие подзоны преимущественного развития: а) надморенные флювиогляциальных отложений; б) подморенных песчано-гравийных образований; в) аллювиальных песчано-гравийных осадков. Рассмотрим выделенные подзоны.

*Подзона преимущественного развития надморенных флювиогляциальных отложений.* В пределы этой подзоны входят Мурманская, Ленинградская, Псковская, Новгородская и Калининградская области, а также Карельская АССР и республики Советской Прибалтики. Кроме того, сюда относятся почти полностью Калининская область и большая часть Вологодской и Архангельской областей. В подзону включена площадь с сохранившимися первичными элементами ледникового рельефа и в первую очередь с теми, к которым приурочены песчано-гравийные отложения. Сюда входит территория развития верхнеплейстоценовых ледниковых покровов — лужского и осташковского, где ледниковые элементы рельефа менее всего подверглись воздействию эрозионно-абразионных процессов. К подзоне относится и территория, сложенная образованиями калининского ледникового горизонта. Исключение составляет территория Ярославской области, в пределах которой калининские

ледниковые отложения подверглись более интенсивной переработке. Сюда включена территория Белорусской ССР, где надморенные флювиогляциальные образования имеют довольно высокую степень сохранности, хотя на значительной площади развиты более древние московские ледниковые отложения.

В табл. 3 приведены первичные данные по наиболее крупным представителям основных генетических типов, так как масштаб залежи характеризует интенсивность геологического процесса, способствующего ее возникновению. Заметим, однако, что объем выявленных в пределах залежи промышленных запасов нередко характеризует лишь часть ее. В связи с этим в графе 3 табл. 3 размеры залежи указаны без учета ее выработанности. Сюда же включены и забалансовые запасы.

В таблице для каждой характеризуемой залежи дается содержание в горной массе основных ее компонентов — валунов и гравия. Крупные скопления этого материала приурочены к месторождениям зандрового типа, причем наиболее значительными являются Соловарака (Мурманская область), Семиозерье (Ленинградская область), Токаревское и Коломенское (Калининская область), Абакановское (Вологодская область), объем горной массы которых достигает 40 млн. м<sup>3</sup>.

Озовые гряды характеризуются значительно меньшим объемом запасов горной массы (от 3,8 до 4,8 млн. м<sup>3</sup>). Крупнейшим месторождением этого типа является Гавриловское в Ленинградской области, объем горной массы которого достигает 25 млн. м<sup>3</sup>.

Террасы флювиогляциального происхождения (отложения древних ложбин стока талых ледниковых вод), как правило, имеются в каждом из рассматриваемых территориальных подразделений. Среди них обычны месторождения с запасами горной массы 5—10 млн. м<sup>3</sup>. Например, Граждановское месторождение Ленинградской области, приуроченное к одной из крупнейших на Северо-Западе ложбине стока талых вод — долине р. Свирь, имеет запасы в объеме 47,3 млн. м<sup>3</sup>.

Аллювиальные песчано-гравийные отложения, хотя и встречаются повсеместно, но крупные скопления промышленного значения образуются в основном по периферии рассматриваемой территории — в Архангельской и Калининской областях, а также в Прибалтике. По объему заключенного в них песчано-гравийного материала аллювиальные месторождения достигают 10—20 млн. м<sup>3</sup>, а иногда и превышают эту цифру. Так, Заднепольское месторождение, приуроченное к I и II надпойменным террасам р. Волги в Калининской области, имеет учтенный объем горной массы 37,4 млн. м<sup>3</sup>.

Наиболее типичными для Белорусской ССР из зарегистрированных балансом песчано-гравийных месторождений являются надморенные флювиогляциальные залежи, приуроченные к площадям развития конечноморенных отложений. Крупнейши-

Таблица 3

**Основные генотипы месторождений гравия подзоны преимущественного развития надморенных флювиогляциальных отложений**

Территория (число месторождений)	Месторождение	Масштаб залежи, млн. м <sup>3</sup> горной массы	Состав горной массы, %		Флювиогляциальный генотип				Аллювиальный генотип	
			валунов	гравия	зандры	озы	камы	образование ложбин стока	межморенные	древний
Мурманская область (11)	Соловарака Сайда-Губа «8-й км»	45,6 5,7 3,8	0—20 6,3 5,0	30—47 32,6 29,0	+*	+			+	
Карельская АССР (7)	Боярское Лендеры Деревянское	14,1 7,9 5,6	14—25 8 1,6—4,2	32—40 29 54—70		+				
Ленинградская область (16)	Граждановское Семиозерье 1 Гавриловское Воронья Гора	47,3 28,3 24,6 4,6	2 3 2—7 1,5	42 20—25 21—37 26	2	+	+		+	
Псковская область (14)	Але Ваулины Горы Новосельское	13,1 10,0 6,4	9 0—9 0—34	30 37—76 17—54	+	+	+			
Новгородская область (9)	Ново-Едровское (в том числе Маяки) Сутоки Чернушка	22,8 12,7 9,8	7—8 1—15 9	30—31 18—21 34	+	+			+	
Архангельская область (19)	Няндома V Селище Подога-Звенячье Малая речка Усть-Шадреньга	10,5 8,6 4,8 3,3	3—30 — 18 1—3	21—53 22 27 31—34	+	+				+
Эстонская ССР, Латвийская ССР и Литовская ССР (37)	Айзкраукле Гаркалне Силкалны Зваре Бартоняй	16,5 15,6 8,2 3,6 3,4	18,6 — 6 — 1,6	44 38 32 47 47		+	+			+
Калининградская область (4)	Ровное Пушкирево	22,2 12,9	— 2	10—56 43					+	
Калининская область (22)	Токаревское Коломенское Заднепольское Сандовское Соболевское	62,9 50,3 37,4 13,8 8,6	6 9 — 8 —	41 35 25—39 31 20	+					+
Вологодская область (9)	Абакановское Березовское Комеловское	57,0 18,0 7,2	3 0—2 4—9	39* 31 39—45	+	+			+	
Белорусская ССР (48)	Боровое Боруны Кирши Берестенево Жданы	45,1 8,5 44,1 1,8 0,5	— 3,3 — 1,4 1	30 36 32 48,6 13—70	+	+				+

\* Здесь и далее — наличие знака (+) указывает на соответствие залежи данному генетическому типу.

ми здесь являются залежи зандрового типа, из которых Боровое и Кирши имеют объем горной массы соответственно 45,1 и 44,1 млн. м<sup>3</sup>. Крупнейшая озовая залежь Буруны имеет запасы 8,5 млн. м<sup>3</sup>. Аллювиальные песчано-гравийные месторождения здесь единичны и приурочены к I надпойменной террасе р. Днепра (Селище) и современным и древним отложениям р. Вилии.

*Подзона преимущественного развития подморенных флювиогляциальных отложений.* К ней отнесена территория, заключенная между конечноморенными отложениями калининского и московского оледенений, полностью или почти полностью включающая области Смоленскую, Московскую, Костромскую, Ивановскую, большую часть Калужской и Владимирской областей (исключая восточные районы двух последних). Сюда входит и Ярославская область.

Первичные ледниковые формы рельефа, возникшие здесь во второй половине среднего плейстоцена, в последующем, благодаря проявлению эрозионно-абразионных процессов, либо полностью исчезли, либо претерпели значительные изменения.

Перечисленные области в геологическом отношении изучались довольно интенсивно, однако здесь уже в пределах площадей развития донноморенных отложений московского ледникового горизонта неизвестны промышленные залежи озового и камового типов. Имеющиеся надморенные флювиогляциальные песчано-гравийные отложения генетически тяготеют к конечноморенным образованиям калининского ледникового комплекса и скорее всего должны быть отнесены к зандрам или отложениям ложбин стока талых ледниковых вод этого времени.

Подобные месторождения известны на западе Смоленской, Ивановской и Костромской областей.

В целом для рассматриваемой территории главным промышленным типом песчано-гравийных отложений являются подморенные флювиогляциальные образования. Эти отложения, учитывая их залегание между Московской и Днепровской моренами, расцениваются как межморенные. Эти образования, ставшие доступными для промышленной эксплуатации, благодаря значительному уменьшению мощности перекрывающего их моренного покрова образуют самые крупные залежи в пределах Восточно-Европейской равнины. Если для зоны распространения отложений, связанных с молодыми оледенениями платформы, наиболее крупными являлись залежи с объемом горной массы до 40—50—60 млн. м<sup>3</sup>, здесь подобный масштаб характерен для рядовых месторождений. Крупнейшие песчано-гравийные месторождения (табл. 4) достигают объема горной массы около 188 млн. м<sup>3</sup>.

Помимо межморенных песчано-гравийных отложений на рассматриваемой территории большое практическое значение приобрели месторождения аллювиального генезиса.

Таблица 4

Основные генотипы месторождений гравия подзоны  
преимущественного развития подморенных флювиогляциальных отложений

Территория — область (число месторождений)	Месторождение	Масштаб залежи, млн. м <sup>3</sup> горной массы	Состав горной массы, %		Флювиогляциальный генотип	Аллювиальный генотип
			Балуны	Гравия		
Смоленская (16)	Вяземское II	107	15	38	+ + +	Древний современный
	Смоленское	40	3—10	35		
	Комягинское	11,8	5—31	14—37		
Московская (51)	Сычевское	188,1	0,6—38	13—74	++ + + + + +	+ + + + + +
	Моревское	68	—	26—31		
	Румянцевское	51,7	+	9,2		
	Маливские Перекаты	27,8	—	7—17		
	Балафоновское	20,3	—.	18		
Ярославская (16)	Карашкое	59,7	1—5	24—33	+ + + +	+ + + +
	Дертниковское II	27,9	12	40		
	Ивановское	12,6	—	30—39		
	Налуцкое	3,9	—	26		

Продолжение табл. 4

Территория — область (число месторождений)	Месторождение	Масштаб залежки, млн. м <sup>3</sup> горной массы	Состав горной массы, %		Флювиогляциальный генотип		Аллювиальный генотип	
			валуны	гравий	зандры	межморенные	древний	современный
Костромская (3)	Архарово Судиславское	46,9 18,3	7 До 13	21—57 21—72	+	+		
Ивановская (3)	Хромцевское Лапиловка Логинцевское	83,4 20,7 11,6	1—45 2 2	25—41 49 53	— +	+		
Владимирская (6)	Красногорбатское Легковское Брыковы Горы	18,5 17,8 3,4	— — 6—7	20 14 35—45	— — +	+	+	+
Калужская (8)	Пустовское Калужское Лодыжинское	13,7 8,4 3,1	3 — —	43 35 34	— — —	+	+	++
Кировская (3)	Кирсинское Слободское Симановское	155,5 26,1 14,3	— — —	44—47 21 До 35	— — —	+	+	++

*Подзона преимущественного развития аллювиальных песчано-гравийных отложений.* Эта подзона с внешней стороны, т. е. с востока и юго-востока, окаймляет предыдущие зоны и, располагаясь в пределах территории развития наиболее древних среднеплейстоценовых (днепровских) ледниковых отложений, образует два самостоятельных района со специфической для каждого из них геологической обстановкой и условиями формирования залежей.

Центральный район подзоны аллювиальных месторождений локализован в пределах северной части Средне-Русской возвышенности. Сюда входит Тульская область и север Орловской. К центральному району отнесена и Горьковская область. Месторождения Тульской и Орловской областей приурочены к аллювиальным, преимущественно пойменным и русловым отложениям рек Оки, Сосны, Зуши.

В табл. 5 приводятся наиболее характерные их представи-

Таблица 5

Характерные представители месторождений подзоны преимущественного развития аллювиальных песчано-гравийных отложений

Территория (число месторожде- ний)	Месторождение	Масштаб залежи, млн. м <sup>3</sup>	Содержа- ние гравия, %	Аллювий	
				древний	современ- ный
Центральный район					
Тульская область (9)	Тарусское Белев-Коптевское Алексинское	10,3 5,1 4,2	44 40 20–57	+	+
Орловская область (2)	Орловское Зушенское	3,2 1,2	8–11 35–40		+
Горьковская область (2)	Синявское Волжское	5,3 12,7	36–40 19–24		+
Северный район					
Коми АССР (9)	Интинское Нижне-Сырягинское Сивомаскинское Месторождения русла р. Печора	14,0 12,3 4,0 10,9	44–64 56–74 30–50 31–40	+	+

тели. Ученный объем горной массы этих месторождений колеблется от 1,2–3,2 млн. м<sup>3</sup> в Орловской до 10,3 млн. м<sup>3</sup> в Тульской области. На прилегающих к этим областям соседних площадях (территория Мордовской АССР, области Волгоградская, Саратовская, Липецкая, Тамбовская, Пензенская, Рязанская) промышленные месторождения гравия неизвестны. Отсутствуют они и на юге Белорусской ССР, в Брянской области и приле-

гающих к ним областям Украинской ССР, т. е. на площадях, расположенных на границах днепровского оледенения. Причиной этого является, по-видимому, тот факт, что днепровские моренные отложения, содержащие в своем составе гравий, в пределах почти всей рассмотренной территории расположены вне зоны активного воздействия современной речной системы. Они погребены под более молодыми четвертичными отложениями и переотложены в более глубокие горизонты.

На крайнем западе зоны днепровского оледенения находится единственное песчано-гравийное месторождение промышленного значения (Высоко-Литовское), относящееся к зандрам. Песчано-гравийные залежи непромышленного характера известны и к северо-востоку от Бреста — в районе с. Ивацевичи и г. Березы. Здесь они приурочены к вершинам холмообразных возвышенностей останцового характера. Залежи эти весьма сложны по строению, небольшие по размерам и переходят в безгравийные пески или глины.

К югу от Центрального района, в Воронежской области, имеется единственное учтенное балансом месторождение гравийно-песчаного материала, приуроченное к русловым и пойменным образованиям р. Дона (Семилукское с объемом запасов горной массы около 7,5 млн. м<sup>3</sup>).

На основании всего изложенного можно предположить, что территория, расположенная к югу и юго-востоку от границы московского оледенения, за исключением небольшого района, неперспективна для выявления промышленных залежей, способных обеспечить сырьем потребности строительной индустрии. В связи с этим снабжение областей осуществляется за счет привозного щебня и гравия. Даже частичная замена привозного материала местным может иметь здесь большой экономический эффект. Интересное решение этой проблемы намечается в Горьковской области. Здесь в конце 50-х годов автором проводились полевые работы по оценке перспектив выявления гравийных месторождений. Результаты этих работ, к сожалению, оказались отрицательными. Скопления песчано-гравийного материала были обнаружены лишь в основании четвертичной аллювиальной толщи на 15—18 м ниже уровня р. Волги, под вскрышней, во много раз превышающей полезную толщу, что не удовлетворяло на тот момент промышленным требованиям.

В настоящее время на балансе области появились два месторождения — Синявское и Волжское, объем горной массы которых составляет соответственно 5,3 и 12,7 млн. м<sup>3</sup>, а полезная толща относится к нижним горизонтам аллювия. Целесообразность разведки подобных залежей должна базироваться на технико-экономических расчетах, подтверждающих эффективность их эксплуатации.

Гравийно-галечниковые отложения в основании аллювиальных толщ могут быть установлены для многих древних речных

долин. Известны они на Днепре и Волге, в зоне, не перспективной для выявления песчано-гравийных месторождений.

Северный район подзоны аллювиальных месторождений включает восточные районы Вологодской и Архангельской областей и западные районы Коми АССР. Для этого района характерны песчано-гравийные отложения аллювиального генезиса, современные и древние, возникшие здесь за счет переработки гравийсодержащих пород, таких, как валунные глины или флювиогляциальные надморенные образования. В Вологодской и Архангельской областях такие отложения тяготеют к долинам рек Сухоны, Унжи, Юга, Вычегды, Ваги и их притоков, локализуясь здесь в современном русловом аллювии и в надпойменных террасах. Подобные залежи следует ожидать и на территории Коми АССР. Здесь, на северо-востоке и востоке республики за счет деятельности молодых верхнеплейстоценовых оледенений возможны и соответствующие им флювиогляциальные месторождения. Одно из месторождений этого типа, наиболее крупное в республике (14 млн. м<sup>3</sup> горной массы), учтено балансом.

Все разведанные в Коми АССР месторождения песчано-гравийного материала (в том числе и флювиогляциальное Интинское) локализованы в долинах рек, в том числе в современном аллювии Печоры и Большой Визинги, в пойме и I надпойменной террасе р. Кожим, во II надпойменной террасе рек Усы и Аювы. Таким образом, области, более или менее обеспеченные местным сырьем, не выходят за пределы максимальной границы распространения московского оледенения.

#### ЗОНА СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА

К этой зоне отнесена обширная территория, расположенная к югу от границы московского оледенения (примерно к югу от 61° — 61° 30' с. ш.). Эта зона тяготеет к Среднему и Южному Уралу и включает Приуралье и Зауралье. Сюда входят Свердловская область, южная часть Пермской области, Удмуртская, Башкирская и Татарская автономные республики, Челябинская, Куйбышевская и Оренбургская области, запад Курганской области, а также северо-запад Казахской ССР, в том числе крайний север Уральской области, Актюбинская (исключая ее юг) и Кустанайская (исключая ее юго-восток) области.

В отмеченной зоне находятся такие крупные орографические элементы, как Бугульминско-Белебеевская возвышенность, Мугоджары и Тургайское плато.

Рассматриваемая зона довольно богата песчано-гравийными месторождениями, среди которых отдельные залежи достигают 50—60 млн. м<sup>3</sup>. Например, в Удмуртской АССР Волковское месторождение составляет 59 млн. м<sup>3</sup> (аллювиальные отложения р. Камы). В Башкирской АССР, в долине р. Белой, выявлены

Таблица 6

Основные генотипы песчано-гравийных месторождений зоны  
Среднего и Южного Урала

Территория (число месторождений)	Месторождение	Масштаб залежи, млн. м <sup>3</sup>	Состав горной массы, %		Генотип- аллювиальный	
			валунов	гравия	древний	современ- ный
Пермская область (19)	Чусовское	27,6		73	+	
	Орлинское	27,7		38	+	
	Калининское	20,6		42—72		+
	Зеленихинское	16,9		19—66		+
Удмуртская АССР (3)	Волковское	59,0		36—46		+
	Непряхинское	10,4		38		+
	Галевское	3,0		31—33		+
Башкирская АССР (26)	Кантюковское	69,6		64	+	+
	Красноярское	56,0		65	+	+
	Чесноковское	46,8		27		+
Татарская АССР (14)	Котловское	36,8		26—51		+
	Красноярское	25,6		37		+
	Зеленоостровское	11,5		45		+
Оренбургская область (12)	Дворики	20,4		45		+
	Кувандыкское	11,3	1—2	64	+	+
	Елшанская	10,9		80—90	+	+
Куйбышевская область (2)	Бахилова Поляна	15,4		8—29		+
	Паньшинская			28		+
	Воложка	3,0				
Уральская область (8)	Желаевское	97,3		23	+	—
	Акусуватское	40,3		13,5	+	—
	Уральское I	31,3		15—22	Mорской	
	Карабское	13,7		11		+
Актюбинская область (4)	Илекское	13,2		16		+
	Челкорское	4,1		47	+	
	Каульджурское	3,2		17—68	+	
Свердловская область (15)	Переваловское	149,6		15—28	+	
	Полуночное	59,1		40	Флювиогля- циальный	
	Уфимское	12,4		40—65		+

Территория (число месторождений)	Месторождение	Масштаб залежи, млн. м <sup>3</sup>	Состав горной массы, %		Генотип—ал- лювиальный	
			валунов	гравия	древний	современ- ный
Челябинская область (10)	Агаповское II	26,0		42		+
	Красносельское	16,6		18—22	+	+
	Солиднянское	7,7		5—63		
Кустанайская область (9)	Аятское	137,1		2—47		+
	Кустанайское	126,1		До 20		+
	Забеловское	11,7		10—15	+	
Курганская область (1)	Воронинское I	3,9		6—56	+	

Красноярское и Каптиковское гравийные месторождения с запасами горной массы соответственно 56 и 69,9 млн. м<sup>3</sup>. В Уральской, Свердловской и Кустанайской областях известны залежи гравийно-песчаного материала с объемом горной массы от 100 до 150 млн. м<sup>3</sup> (табл. 6). Все эти месторождения приурочены к современным русловым или пойменным образованиям крупных рек или к их древним террасовым отложениям. В этой зоне в направлении от Уральских гор наблюдается закономерное убывание содержания гравийного материала с одновременным уменьшением и среднего размера гравия. Сокращаются и размеры залежей. Кроме песчано-гравийных месторождений четвертичного возраста в пределах рассматриваемой зоны балансом учтено по Башкирской АССР Тавлинское месторождение, индексируемое плиоценом. Следует отметить, что гравийно-галечные отложения этого возраста распространены также на водоразделах рек в Куйбышевской области и Татарской АССР. На балансе Свердловской области имеется Никоновское месторождение, относимое к морским отложениям олигоцена. Однако дочетвертичные образования пока не имеют решающего значения, что связано с более сложными условиями их залегания.

Для промышленных песчано-гравийных месторождений зоны отметим основные места их локализации.

Пермская область. Месторождения встречены в русле р. Камы, в ее пойменных и I и II надпойменных террасах. По рекам Чусовой и Косьве залежи локализованы в русле и в I надпойменной террасе.

Удмуртская АССР. Здесь месторождения встречены в

долине р. Камы, в ее современных образованиях и в отложениях I надпойменной террасы.

Башкирская АССР. Большая часть месторождений песчано-гравийного материала здесь локализована в пойме и в пределах I надпойменной террасы р. Белой. Встречены месторождения и в долинах рек Ик, Ай, Уфа.

В Татарской АССР месторождения приурочены к современным русловым и пойменным образованиям р. Камы и в меньшей мере к аллювию рек Ик и Ильичевка.

В Куйбышевской области два русловых гравийно-песчаных месторождения встречены в русле р. Волги ниже Жигулевской Луки.

Оренбургская область. Здесь песчано-гравийные месторождения выявлены среди современных русловых и пойменных отложений рек Сакмары и Урала и в их I надпойменной террасе.

Уральская область. Все выявленные здесь месторождения тяготеют к району г. Уральска. Приурочены они либо к современному и древнему аллювию р. Урал, либо к отложениям среднечетвертичной (хазарской) трансгрессии Каспийского моря (месторождения Уральское I и II).

Актюбинская область. Песчано-гравийные месторождения выявлены среди современных аллювиальных отложений р. Илек и в I надпойменной ее террасе, а также в пойме р. Эмбы и в древнем аллювии р. Каульджур.

Кустанайская область. Здесь большая часть известных промышленных месторождений приурочена к долине р. Тобола, к пойменному аллювию и к I надпойменной террасе. Выявлены также месторождения в пойме р. Аят, в пойменных и надпойменных образованиях р. Джилкуар и в долине р. Тогузак.

Челябинская область. Песчано-гравийные месторождения выявлены в современном аллювии рек Урала и Уфы, в пойменных и надпойменных отложениях рек Уй и Увелька и в пойме р. Ай.

Курганская область. Единственное учченое балансом месторождение Воронинское I приурочено ко II надпойменной террасе р. Исеть.

Свердловская область. Песчано-гравийные отложения здесь приурочены к современному аллювию рек Уфа, Вагран, Исеть, к современным и надпойменным аллювиальным образованиям рек Сосьва, Тагил, Тура, ко II и III надпойменным террасам р. Пышма.

В районе железнодорожной станции Строитель, на р. Ряжь выявлено Никоновское олигоценовое месторождение гравия.

На крайнем севере Свердловской области, где проводится южная граница московского оледенения, следует ожидать выявления песчано-гравийных месторождений флювиогляциально-

го генезиса (как и на северо-востоке Пермской области). Одно из таких месторождений — Полуночное расположено в долине р. Лозьвы.

#### ЗОНА ВОСТОЧНЫХ КАРПАТ

В эту зону входят Восточные Карпаты с их предгорьями. На западе зоны проходит государственная граница, на севере и востоке граница проводится по долине р. Днестра.

Максимальные отметки в Восточных Карпатах достигают 2061 м (гора Говерла). Зона включает следующие административные подразделения: Молдавскую ССР, Закарпатскую, Черновицкую и Ивано-Франковскую области, а также юг Львовской и крайний юго-запад Одесской областей.

В четвертичный период в высокогорных районах Восточных Карпат развивались ледники, синхронные оледенениям Европы.

В настоящее время моренные отложения наблюдаются в пределах Раховского горного массива, на склонах Свидовца и Черных Гор, а также в Восточных Горганах. В периоды климатических минимумов возникавшие здесь горные ледники усиливали процесс разрушения пород, передвигая продукты разрушения в нижние ярусы гор. Моренные образования последнего горного оледенения встречены в Черных Горах на отметках +1000, +1200 м. Талые ледниковые воды, временные потоки и реки переносили обломочный материал ниже, подвергая его сортировке, окатыванию и формируя аллювиальные террасовые отложения.

В плейстоцене в долинах Днестра и Прута сформировалось шесть террас, в том числе в нижнем плейстоцене V и VI надпойменные, в среднем — III и IV и в верхнем плейстоцене — II и I надпойменные террасы.

Все зарегистрированные балансом песчано-гравийные месторождения приурочены к долинам рек, берущим свое начало в Карпатах. Здесь эти месторождения локализуются в русловом и пойменном аллювии или входят в состав надпойменных террасовых образований.

Наиболее крупные залежи разведаны на территории Молдавской ССР. Болотинское месторождение, сложенное современным аллювием р. Прут, имеет объем горной массы 38,9 млн. м<sup>3</sup>, а древнеаллювиальные месторождения Суклейское и Варницкое — соответственно 21,1 и 12,6 млн. м<sup>3</sup>. В этой зоне месторождения с объемом запасов горной массы в пределах от 5 до 10 млн. м<sup>3</sup> довольно обычны, причем наибольшее число выявленных залежей приурочено к долине Днестра. Долиной этой реки собственно и ограничивается распространение промышленных песчано-гравийных залежей к северо-востоку. Большой интерес представляют долины правых притоков Днестра — рек Сtryй, Ломница, Быстрица, Черемош, аллювиальные отложе-

ния которых могут стать предметом изучения в целях выявления новых месторождений. В долинах левых притоков Днестра, берущих свое начало с Подольской возвышенности, промышленные месторождения песчано-гравийного материала неизвестны. Области (Хмельницкая и Винницкая), расположенные здесь, имеют небольшие единичные месторождения песчано-гравийного материала. Они выявлены на крайнем юге территории, в долине Днестра. К IV надпойменной террасе Днестра приурочено единственное крупное (37,2 млн. м<sup>3</sup>) месторождение песчано-гравийного материала Одесской области — Беляевское (табл. 7). К сожалению, по Закарпатской области песчано-гравийные месторождения на балансе не числятся.

Таблица 7

**Основные генотипы песчано-гравийных месторождений зоны  
Восточных Карпат**

Территория (число месторождений)	Месторождение	Масштаб залежи, млн. м <sup>3</sup>	Состав горной массы, %		Генотип — аллювиальный	
			валунов	гравия	древний	современный
Ивано-Франковская об- ласть (4)	Езупольское	10,1	—	67	+	+
	Калушское	9,3	1,3	66	+	
	Волчинецкое	3,7	2—31	4—46	+	
Черновицкая область (2)	Неполоков- ское	12,0	—	88		+
	Лужанское	5,2	—	40		+
Молдавская ССР (13)	Болотинское	38,9	—	42		+
	Суклейское	21,1	—	46—55	+	
	Варницацкое	12,6	—	45	+	
Львовская область (5)	Самборское	16,2	8	54		+
	Любомицкое	11,6	—	60—77	+	+
	Стрыйское	9,7	—	40—86		+
Хмельницкая область (1)	Цвикловец- кое	5,1	0,6	58	+	
Винницкая область (1)	Добрянское	1,7	3	58	+	
Одесская область (1)	Беляевское	37,2	—	30	+	

Песчано-гравийные отложения здесь локализованы в долине р. Тиссы и в долинах ее правых притоков — в реках Уж, Латорица, Боржава и Теребля.

Эта зона расположена в пределах южной части Крымского полуострова. Наивысшие отметки здесь — в пределах Крымских гор, занимающих небольшую часть полуострова, достигают 1545 м (гора Роман-Кош). В северной, равнинной части Крыма четвертичные песчано-гравийные отложения неизвестны. На юге эти образования в горной и предгорной областях локализуются среди террасовых образований в долинах рек, а вдоль побережья — установлены среди древнечетвертичных террасовых отложений и в пляжевой полосе моря. В этой зоне выделяются пять террасовых уровней. Самая высокая и самая древняя терраса, возникновение которой относится к нижнему плейстоцену, имеет уровень +60, +80 м. Представлена она, как правило, суглинком, содержащим включения гравия и щебня, или суглинком с прослойями гравия. Четвертый террасовый уровень имеет превышение порядка 25—40 м, иногда достигая 50 м. Эта надпойменная терраса, сложенная обычно гравийным материалом, развита повсеместно в долинах рек северного склона Крымских гор. Период ее возникновения — лихвинское межледниковые среднего плейстоцена. К этому же периоду относятся пролювиально-делювиальные суглиники с гравийно-щебенистым материалом, образующие наклонные поверхности в сторону речных террас.

Третья терраса высотой 10—15 м также прослеживается в долинах рек северного склона. Сложена она суглинками, среди которых в подчиненном количестве встречаются песчано-гравийные отложения и пески. Вдоль подножий склонов этой террасе соответствуют пролювиально-делювиальные отложения, представленные суглинисто-щебневым материалом. Время возникновения третьей надпойменной террасы — микулинское межледниковые.

Вторая надпойменная терраса высотой 5—7 м представлена суглинками или песчано-гравийными и гравийными образованиями и встречается в долинах рек в виде небольших разобщенных участков. По времени возникновения она относится к верхам верхнего плейстоцена.

Первая надпойменная терраса, уровень которой составляет 2—5 м, развита по всем долинам рек. Она сложена с поверхности суглинками, а в основании — песчано-гравийными отложениями. Как и более молодые аллювиальные образования, I терраса относится к голоцену. Русловый аллювий обычно представлен песчано-гравийным материалом с линзами песка и супеси.

На балансе Крымской области не числятся песчано-гравийные отложения, однако, судя по приведенным выше данным, выявление месторождений вполне возможно. Наибольший интерес могут представить скопления песчано-гравийного матери-

ала среди террасовых отложений рек северного склона Крымских гор (особенно среди отложений IV и II надпойменных террас), а также среди современных аллювиальных и морских отложений. Ряд подобных залежей, выявленных, как правило, вблизи городов и крупных населенных пунктов, эксплуатируются местными строительными организациями. Однако здесь едва ли можно ожидать выявления крупных месторождений, что следует связывать с интенсивностью протекавших процессов выветривания и переноса продуктов выветривания.

Несомненно, что в период максимального развития ледникового покрова на Восточно-Европейской равнине значительное похолодание захватило и Крым. Не исключается возникновение здесь горных форм оледенения, тем более, что высота гор в тот период значительно превышала современную их высоту. Однако следы четвертичных оледенений, таких, как морена или элементы ледниковой экзарации, здесь не встречены. Это может быть объяснено как малой интенсивностью их проявления, так и последующим уничтожением, принимая во внимание довольно низкую прочность осадочного комплекса пород, слагающих Крымские горы.

#### ЗОНА КАВКАЗА

К этой зоне нами отнесена территория Кавказа от государственной границы на юге до Прикубанской низменности, Кумо-Манычской впадины и Прикаспийской низменности на севере. Территория включает горные системы Большого и Малого Кавказа и ограничивается с запада побережьем Черного, а с востока — Каспийского морей. Максимальные отметки, превышающие 5000 м над уровнем моря, принадлежат центральной части Большого Кавказского хребта (гора Эльбрус + 5642 м, гора Дыхтау + 5203 м, гора Казбек + 5033 м). Максимальные отметки вершин Малого Кавказа приближаются к 4000 м (гора Гамыш + 3724 м), несколько выше отдельные вершины Армянского нагорья (гора Арагац + 4090 м). Современные ледники приурочены к вершинам срединной части Большого Кавказа. Снеговая линия располагается здесь на отметках + 2700, + 3800 м.

В четвертичный период за счет активного проявления горообразовательных процессов происходило (хотя и с различной интенсивностью) поднятие Кавказа. В связи с этим увеличивалась площадь гор, возвышавшихся над снеговой линией. Ритмичные четвертичные похолодания, имевшие общий характер и охватывавшие северное полушарие, создавали здесь условия для возникновения горно-долинных ледников.

Нижнечетвертичное (окское?) оледенение Большого Кавказа, моренные образования которого весьма редки и плохо сохранились, оставило после себя весьма характерные элементы рельефа — цирки и троговые долины. В долинах крупных рек

в этот период возникали валунно-гравийные отложения, образовавшие высокие террасы, имеющие значительное превышение над серией более молодых средне- и верхнечетвертичных террасовых формирований. В долине р. Кубани этому соответствует III надпойменная терраса.

Среднечетвертичные и верхнечетвертичные оледенения в пределах Большого Кавказа оставили более четкие следы своего существования — моренный материал, а также характерный экзарационный рельеф в пределах водоразделов и горных долин.

В период максимального развития ледники, зародившись на высоких водоразделах, опускались вниз по долинам рек в виде мощных языков. Донноморенные отложения встречаются здесь на отметках + 1650, + 1700 м. В горах Большого Кавказа местами можно встретить остатки троговых долин на уровне + 450, + 700 м над морем.

Периоды таяния ледников сопровождались размывом и переотложением донноморенного и конечноморенного материала. Талые ледниковые воды, перемывая несортированный материал морены, формировали в горных долинах террасированные валунно-гравийные отложения, обладающие уже заметной сортировкой. Переотложение моренного материала одновременно сопровождалось выносом значительного количества тонкопесчаного, пылеватого и глинистого материала. На выходе русла из горной долины в предгорьях или в межгорных впадинах формировались наклонные террасированные равнины, своеобразные конусы выноса, в вершинах которых располагался наиболее крупный обломочный материал. Террасы рек, выходящих к морю, смыкались на побережье с морскими террасами.

Для зоны Кавказа характерно наличие многочисленных образований, содержащих валунный, гравийный и глыбово-щебеночный материал. Это может быть коллювий, пролювий, аллювий и флювиогляциальные образования, морские и озерные отложения и т. д. Однако для нас практический интерес этот материал представляет в случае, если он не содержит в большом количестве пылевато-глинистых примесей.

Наиболее свободны от указанных примесей флювиогляциальные отложения, аллювий, морские и озерные образования. Как показывает анализ генетических типов месторождений рассматриваемой зоны, здесь на балансе числятся преимущественно аллювиальные залежи. Имеются единичные месторождения и среди морских террасовых отложений, а также озерно-аллювиальное месторождение (Арагацкое в Армении). Ни одно из выявленных в горных долинах Кавказа месторождений не отнесено к флювиогляциальным образованиям. Подобный генезис установлен лишь для Андреев-Дмитровского месторождения Краснодарского края, локализованного в надпойменной террасе р. Кубани.

На балансе Краснодарского и Ставропольского краев и Закавказских республик числятся довольно крупные месторождения (табл. 8). Крупнейшими из них являются Гулькевичское

Таблица 8

Характерные представители песчано-гравийных месторождений зоны Кавказа

Территория (число месторождений)	Месторождение	Масштаб залежи, млн. м <sup>3</sup>	Состав горной массы, %		Генотип — аллювиальный	
			валу- нов	гра- вия	древ- ний	совре- менный
Армянская ССР (9)	Армавирское	27,9	—	40—50		
	Аревик-Аргавандское	18,9	—	40—50	+	
	Ехегнүтское	6,8	0—5	49—78	+	+
Грузинская ССР (20)	Кокское	85,1	16	59	+	
	Дебединское	24,2	25	56	+	+
	Сартикальское	12,3	—	63—65	+	+
Чечено-Ингушская АССР (4)	Карабулакское	30,4	28—32	37—46	+	
	Аргунское I	16,9	26	57	+	
Северо-Осетинская АССР (5)	Ново-Баслановское	34,7	—	72—80	+	
	Михайловское I	5,9	22	50	+	+
Кабардино-Балкар- ская АССР (4)	Урванское I	46,7	38	43	+	
	Докшукинское	35,2	31	47	+	
Дагестанская АССР (5)	Чирюртовское I	123,7	27	55	+	
	Самурское	18	13	72	+	+
Азербайджанская ССР (17)	Баграм-Тапинское	77,5	4	69	+	
	Мингечаурское	33,9	—	52		
	Вельвеличайское	36,0	5	76		+
Краснодарский край (12)	Гулькевичское	131,2	1—2	55—71	+	
	Шедокское	53,2	55	29	+	+
	Еленовское	34,5	—	71		+
Ставропольский край (4)	Солдато-Александ- ровское	41,8	—	56	+	
	Зольское	11,5	0—6	50—70	+	

(Краснодарский край) и Чирюртовское I (Дагестанская АССР) с объемом горной массы соответственно 131,2 и 123,7 млн. м<sup>3</sup>. Крупные залежи имеются на территории каждой республики.

причем этим далеко не исчерпаны возможности рассматриваемой зоны.

В Грузинской ССР песчано-гравийные и валунно-гравийные отложения разведаны в долине Куры, в пойме и на I надпойменной террасе, а также в долинах рек Храми, Чоломбури, Цхенис-Цкали, Поцхови, Чорохи, Машавера, Натанеба, Ингуре и т. д.

В Краснодарском крае песчано-гравийные месторождения локализованы в пойме Кубани, а также в пределах I, II и III надпойменных террас, в долинах рек Лабы и Белой.

В Ставропольском крае выявленные месторождения песчано-гравийного материала в основном приурочены к верхнечетвертичным (хвалынским) террасам рек Золка, Малка и Кума, в Кабардино-Балкарии — к верхнечетвертичным террасам рек Урвань и Каменка.

В Северо-Осетинской АССР ученые балансом месторождения наблюдаются в долине Терека, а также в ее пойме и надпойменных террасах.

В Дагестанской АССР месторождения разведаны в аллювии рек Сулак, Самур и Малый Сулак.

В Чеченско-Ингушской АССР месторождения выявлены в пределах II, III и IV надпойменных террас р. Сунжа, а также на I и II террасах р. Аргун и в долине р. Джалка.

В Азербайджанской ССР выявлены многочисленные месторождения песчано-гравийного материала. Они прослеживаются в долинах рек Шамхорчай, Аракс, Тертерчай, Вельвелчай, Ленкораньчай, Виляжчай, Кишчай, Акстафачай, где и приурочены к русловым и пойменным отложениям, а иногда входят в состав I, II или IV надпойменных террас.

На балансе песчано-гравийного материала Армянской ССР числится много месторождений вулканического туфа и шлака четвертичного возраста. Типичные песчано-гравийные месторождения аллювиального происхождения, современные и древние имеют здесь явно подчиненное значение и приурочены в основном к долине р. Аракс.

Кавказская зона с ее широко развитыми древними и современными террасовыми образованиями крупных горных рек имеет потенциальные возможности для выявления новых валунно-гравийных и песчано-гравийных месторождений. Большой интерес для дальнейшего изучения должны представить древние террасы Каспийского и Черного морей, а также озерные — в районе оз. Севан. В Грузии, на побережье Черного моря, среди отложений неогена выявлено Мюссерское месторождение, представленное так называемыми конгломератами мэотиса (верхний миоцен). В связи с этим в этой зоне могут иметь интерес и дочетвертичные отложения.

К этой зоне отнесена территория, тяготеющая к восточному побережью Каспийского моря, от Мангышлака на севере до государственной границы на юге, а также приграничные части от Каспия до Мургаба. В административном отношении зона располагается на площадях Туркменской ССР и Гурьевской области Казахской ССР. На севере зоны максимальные отметки приурочены к возвышенностям п-ова Мангышлак (556 м) и к плато Устюрт (341 м). К югу, в горах Небит-Даг, максимальная отметка достигает 1880 м, а в пределах хр. Копет-Даг 2942 м.

В этой зоне в основном развиты две генерации песчано-гравийных отложений. На крайнем юге вдоль северо-восточного склона хр. Копет-Даг и в районе г. Кушки наблюдаются континентальные образования, имеющие пролювиальный, аллювиально-пролювиальный и аллювиальный генезис. Здесь весьма интенсивно проявляли себя в горных областях процессы выветривания, особенно в периоды ритмично повторявшихся в четвертичный период климатических минимумов.

На остальной территории песчано-гравийные месторождения возникли в прибрежной зоне Каспийского моря, тяготея к древним его береговым линиям.

Континентальные отложения, включающие щебень и углово-то-окатанный гравийный материал, очень широко развиты в этой зоне и приурочены в основном к Копет-Дагской пролювиальной предгорной равнине, представляющей собой мощные накопления слившихся конусов выноса, непрерывный шлейф которых прослеживается вдоль хребта.

Самое крупное месторождение Туркмении — Душакское с объемом горной массы 35,3 млн. м<sup>3</sup>, как и другие учтенные балансом (Безмеинское, Ашхабадское, Геалинское), имеет пролювиальный генезис (табл. 9).

К террасовым отложениям и руслу горных рек приурочены аллювиальные песчано-гравийные образования. Наиболее крупная река этой зоны — Мургаб, имеет хорошо развитую пойму (высота 1—2 м над руслом) и I надпойменную террасу высотой в низовьях до 6 м, в верховьях до 10—12 м. Верхнеплейстоценовая II надпойменная терраса, развитая в основном в верховьях реки, поднимается здесь до 25 м. В низовьях Мургаба эта терраса до 10 м сохраняется в виде небольших участков и высота ее снижается до 10 м. Более высокие и более древние среднеплейстоценовые террасы (III и IV надпойменные) встречены лишь в верховьях Мургаба, где они выработаны в отложениях неогена.

Песчано-гравийные образования имеют морское происхождение, они учтены балансом по Гурьевской области и по прикаспийской части Таджикистана. За исключением Индерского

**Основные генотипы песчано-гравийных месторождений  
Закаспийской зоны**

Территория (число месторождений)	Месторожде- ние	Объем запасов горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Состав горной массы, %		Генотип залежи
			валунов	гравия	
Туркменская ССР (8)	Душакское	35,3	22	54	Пролювиаль- ный Аллювиаль- ный Морской
	Кушкинское	3	5—7	35—50	
	Белекское	10,2	—	36	
Гурьевская область Казахской ССР (3)	«380 км»	4,8	—	26	Морской »
	Индерское	3,2	—	45	

месторождения, генетически связанного с новокаспийским, т. е. современным этапом, все эти месторождения («380 км», «385 км», Белекское) приурочены к верхнеплейстоценовым трансгрессиям. Морские гравийные отложения этой зоны изучены слабо. Однако известные месторождения довольно значительны и объем горной массы их достигает 10,2 млн. м<sup>3</sup>. Новокаспийские, т. е. голоценовые, морские песчано-гравийные отложения представлены Индерским месторождением с объемом горной массы до 3,2 млн. м<sup>3</sup>.

Верхнеплейстоценовые террасовые уровни, с которыми здесь могут быть связаны песчано-гравийные образования, имеют превышение над Каспием 6, 12, 17, 26 м (верхнехвальинские террасы), а также 42, 50—53, 76 м (нижнехвальинские террасы).

ЗОНА ПАМИРА И ТЯНЬ-ШАНЯ

Эта зона включает юго-восток Казахской ССР, полностью территории Киргизской и Таджикской ССР и юго-восток Узбекской ССР. Граница зоны на юге и востоке совпадает с государственной границей, на севере она проходит по линии оз. Сасыколь — оз. Балхаш и далее идет на г. Қызыл-Орду, затем граница зоны поднимается вверх по р. Сырдарье в направлении к Чимкенту, далее через Кызылкумы она идет к Бухаре и по Аму-дарье доходит до государственной границы. Значительная часть площади рассматриваемой зоны занята самыми высокими в пределах СССР горными хребтами с многочисленными вершинами, достигающими 6—7 тыс. м над уровнем моря. Так, к востоку от оз. Иссык-Куль пик Хан-Тенгри и пик Победы имеют высоту соответственно 6995 м и + 7439 м. На Памире пик Ленина имеет высоту + 7134 м, а пик Коммунизма + 7495 м.

Здесь же находится крупнейший на нашей территории ледник Федченко. В пределах этой зоны устанавливается наличие ледниковых отложений четырех ледниковых эпох, из которых одна датируется нижним плейстоценом, две — средним и одна верхним плейстоценом. Каждой эпохе оледенения соответствует в долинах таких крупных рек, как Амударья и Сырдарья, цикловая (основная) терраса, которой в горных речных долинах соответствует уже целый ряд (этаж) террас, возникающих в связи с проявлением неотектонических движений.

Четвертичные оледенения этой зоны, носившие полупокровный характер, наиболее интенсивно проявились в нижнем и среднем плейстоцене, причем среднеплейстоценовое было, по всей видимости, максимальным.

Проявления экзарационной деятельности ледников, наложившиеся на интенсивно протекающие в высокогорных областях процессы выветривания, создали в этой зоне исключительно благоприятные условия для формирования мощных гравийных и валунно-гравийных отложений. Промышленные месторождения, учтенные балансом, в генетическом отношении отнесены к флювиогляциальному, пролювиальному и аллювиальному (или смешанному аллювиально-пролювиальному) типам.

В табл. 10 приведены данные по ведущим месторождениям этой зоны. В пределах казахстанской части зоны, куда входят области Талды-Курганская, Алма-Атинская, Джамбульская, Чимкентская и незначительная часть Кзыл-Ординской, наиболее крупным является месторождение Аксайское III валунно-гравийного материала (вблизи г. Алма-Аты). Размер этой залежи, флювиогляциальной по происхождению, равен 142,3 млн. м<sup>3</sup>. Древнеаллювиальные месторождения, объем горной массы которых составляет обычно 10—20 млн. м<sup>3</sup>, могут достигать и больших размеров. В частности, Беш-Арыкское (Кзыл-Ординская область) и Амангельдинское (Джамбульская область) песчано-гравийные месторождения имеют объемы горной массы соответственно 78 и 82,6 млн. м<sup>3</sup>. В пределах рассматриваемой части зоны выявленные месторождения тяготеют в основном к пойменным и надпойменным отложениям рек Карагат, Тентек, Чилик, Аксу, Тургень, Талас, Бадам, Сайрам, Карабичик (I и II надпойменные террасы и реже III).

В Киргизской ССР крупнейшим месторождением является Иссык-Атинское, приуроченное к пойме и I надпойменной террасе р. Иссык-Ата. Оно представлено валунно-гравийным материалом в объеме 95,9 млн. м<sup>3</sup>. Месторождения, числящиеся на балансе, приурочены в основном к долинам рек Аламедин, Арасу, Чу, Ак-Бур, Аспара, Кугарт, Беш-Таш и Талдык. Флювиогляциальное Аксуйское месторождение приурочено к Иссык-Кульской впадине. Объем запасов горной массы этих залежей достигает 10—20 млн. м<sup>3</sup>.

## ОСНОВНЫЕ ПРОМЫШЛЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕСКА

Промышленные месторождения песка четвертичного возраста для строительных целей имеют по сравнению с песчано-гравийными месторождениями более широкое распространение. Во многих областях Украины и на юге европейской части РСФСР, где четвертичные пески либо ограниченно развиты, либо вообще не образуют крупных промышленных скоплений, строительная индустрия успешно использует развитые здесь пески неогена, палеогена и мела. Поскольку пески из дочетвертичных отложений по сравнению с четвертичными обладают более высокой степенью сортировки и более выдержаным минеральным, химическим и гранулометрическим составом, они очень ценные в таких видах производства, как стекловарение и литейное дело. На некоторых территориях пески вообще не распространены, например на юге Западно-Сибирской низменности. Здесь, в зоне Транссибирской железной дороги, на участке, к которому тяготеют такие крупные центры, как Омск, Новосибирск, промышленные залежи песков приурочены только к аллювию рек Иртыша и Оби, а все водораздельное пространство между ними в полосе более 700 км лишено не только месторождений, но и перспектив их выявления.

Отметим, что пески содержатся и в валунно-гравийных и в гравийных месторождениях, хотя имеют подчиненное значение. При переработке горной массы на гравийно-сортировочных фабриках пески отделяются, являясь наряду с гравием и щебнем продукцией предприятия, а нередко и его отходами. Как правило, пески-отсевы пригодны для использования в строительных растворах, дорожном строительстве и в производстве бетона, хотя часто нуждаются в некоторой технологической переработке — промывке в целях удаления избытка пылевато-глинистых примесей или во фракционировании. Пригодны пески-отсевы и для производства силикатных изделий, в том числе газосиликатных. Однако даже в тех случаях, когда имеется избыток песков-отсевов, предприятия по производству силикатных изделий предпочитают использовать природные безгравийные пески, что в большинстве случаев и являлось основанием для их выявления и разведки.

При рассмотрении основных генотипов песчано-гравийных месторождений привлекает внимание локализация этих залежей в зонах, тяготеющих к горным системам и ледниковым покро-

вам равнин. Эта же зональность, хотя и менее четко, наблюдается и на месторождениях песка. Основные генотипы месторождений песка рассматриваются ниже.

#### МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ

В эту зону нами включена вся территория европейской части СССР в контуре максимального, днепровского оледенения. Как и ранее для песчано-гравийных месторождений, для месторождений песка выделяются те же три подзоны с теми же границами между ними.

*Подзона преимущественного развития надморенных месторождений песка флювиогляциального генезиса.* В эту подзону входит Северо-Запад РСФСР и большая часть Белоруссии (ее центральные и северные районы). В пределах этой подзоны на балансе числится более 70 месторождений песка, большая часть которых разведана для обеспечения сырьем заводов по производству силикатного кирпича и других силикокальцитных изделий — газосиликатных плит и блоков и т. д. Как и в случае с песчано-гравийными отложениями, для этой подзоны наиболее характерны месторождения флювиогляциального генезиса, представленные в первую очередь камами и зандрами, а также озами и террасовыми образованиями древних ложбин стока тальных ледниковых вод. Появился, не имевший места ранее, озерно-ледниковый тип месторождений, довольно широко распространенный и представляющий большой промышленный интерес (табл. 14).

Наиболее крупными представителями месторождений флювиогляциального типа являются Лебежаны-II, Галлинское и Шапкинское, объем горной массы которых составляет соответственно 81, 75,5 и 49,3 млн. м<sup>3</sup>. Крупнейшие озерно-ледниковые месторождения имеют запасы горной массы порядка 15—20 млн. м<sup>3</sup>, например Белогорское 19,9 млн. м<sup>3</sup> и Келколова Гора 21,6 млн. м<sup>3</sup> (табл. 15). Месторождения песка эолового генезиса имеют здесь ограниченное развитие, хотя и представляют промышленный интерес. Всего балансом по Латвийской ССР учтено 2 месторождения — Болдероя-Бульупе и Бернаты, из которых первое, крупнейшее, имеет объем горной массы 14,8 млн. м<sup>3</sup>. В Литовской ССР имеются также два месторождения этого типа — Сандрупис и Атуркишикис, причем последнее смешанного типа, представляющее собой комплекс отложений озерно-ледникового и эолового происхождения. Дюнные пески, весьма широко развитые в прибрежной части Прибалтики, представляют для этих республик промышленный интерес, хотя в целом для рассматриваемой зоны значение эоловых образований из-за локального их развития невелико. Примерно такое же значение имеют месторождения песков, приуроченных к морским террасовым отложениям. Известны

Таблица 14

## Основные генотипы месторождений песка подзоны преимущественного развития флювиогляциальных отложений

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использования		Генотип		
			цементо-бетон	силико-кальцит	флювиогляциальный	озерно-ледниковый	морской
Мурманская область (7)	Шонгуйское Териберское Луостари I	7,5 6,8 4,8		++ +	+		+
Карельская АССР (6)	Пятый Шлюз Сандормоха Летнереченское	10,0 9,2 1,7		++ +	+	+	
Ленинградская обл. (7)	Келколова Гора Шапкинское	21,6 49,3		++	+	+	
Псковская область (2)	Струги Красные	15,3		+	+		
Новгородская область (1)	Мстинский Мост	3,7		+			+
Архангельская область (без восточных районов) (10)	Солзинское Белогорское Кореничное	27,9 19,9 19,4	+	++ +	+	+	+
Эстонская ССР, Латвийская ССР и Литовская ССР (20)	Таллинское Белдероя-Бульупе Раннамыйза Немакшай	75,5 14,8 8,3 5,5	+	++ ++ +	+	Эоловый	+
Калининградская область	Лесное II	8,1		+	+		
Калининская область (11)	Калининское I Охват Раменье	14,8 8,6 2,2		++ ++	+	Межморенный	+
Вологодская область (2)	Тимошкинское	12,4		+	+		
* Белорусская ССР (центральные и северные районы) (9)	Лебежаны II Нижний Половино-Лог Кульбяки Сухарево	81,0 29,3 10,8 10,8	++ ++ ++	++ ++ +	+		+

Таблица 15

## Основные генотипы месторождений песка подзоны преимущественного развития межморенных флювиогляциальных отложений

Область (часть месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использования		Флювиогляциальный генотип		Аллювиальный генотип	
			цементо- бетон	силико- кальцит	надморен- ный	межмо- ренный	древний	совре- менный
Смоленская (2)	Гнездовское Городищенское	5,2 3,2		+	+		+	
Московская (23)	Кулаковские Излучины Соболихинское Кореневское Голыгинское	73,6 27,1 25,8 15,8	+	+			+	+
Ярославская (6)	Воробинское Липовецкое	64,6 19,0	+	+	+		+	
Костромская (4)	Деминское Каримовское	5,1 2,9		+		+	+	
Ивановская (4)	Коноховское Завражье	5,9 4,2	+	+	+			Озерно-ледниковый
Владимирская (9)	Коммунарское Федуловское	24,1 15,6	+	+	+		+	+
Калужская (10)	Дворцово-Караваевское Лев-Толстовское Окское	10,8 8,1 4,2	+	+		+	+	+
Кировская (2)	Стрижевское Гнусинское	23,6 19,1		+			+	+

оны в Мурманской и Архангельской областях и в Эстонской ССР. Крупнейшее из них (Солзинское месторождение Архангельской области) имеет объем горной массы 27,9 млн. м<sup>3</sup>, а Териберское Мурманской области и Раннамыйза Эстонской ССР — соответственно 6,8 и 8,3 млн. м<sup>3</sup>.

Аллювиальные образования представлены месторождениями песка в Мурманской, Архангельской, Калининской областях РСФСР и Белорусской ССР. Крупнейшее месторождение этого типа — Нижний Половино-Лог, приуроченное к древнеаллювиальным отложениям р. Днепра (Могилевская область БССР), имеет объем горной массы 29,3 млн. м<sup>3</sup>, т. е. является одним из крупнейших в этой подзоне.

В Калининской области аллювиальные месторождения локализованы в русле и в I надпойменной террасе р. Волги (месторождения Калининское, Калининское I, Сакулинское, Мальцевское и др.), а также в I надпойменной террасе р. Волчины, в Архангельской области они приурочены к долинам рек Мезень, Шелекса, Вашка. Весьма мощные отложения песков встречены в русле, в I и II надпойменных террасах р. Северной Двины. Мелко- и тонкозернистые их разности, разведанные в акватории этой реки в районе г. Архангельска, используются для засыпки предназначенных для застройки низких заболоченных площадей.

В Мурманской области Шонгуйское месторождение песка с объемом горной массы 7,5 млн. м<sup>3</sup> выявлено в аллювии р. Колы, в ее IV и V террасах.

В этой подзоне выявлено в Калининской области единственное месторождение межморенного характера (Рамене) с запасами горной массы 2,2 млн. м<sup>3</sup>.

*Подзона преимущественного развития межморенных флювиогляциальных отложений.* На этой территории месторождения песка в их первичном надморенном залегании и генетически отнесенные к флювиогляциальным отложениям встречены во всех областях, хотя и не везде ими образованы крупные залежи. В Ивановской области известны два месторождения озерно-ледникового происхождения — Алешевское и Коноховское. Крупнейшее из флювиогляциальных месторождений Воробинское (Ярославская область) имеет объем горной массы 64,6 млн. м<sup>3</sup> (см. табл. 15).

Месторождения межморенного генезиса в рассматриваемой подзоне представлены в небольшом количестве. Наиболее крупные из них — Лев-Толстовское Калужской области и Дёминское Костромской. Они имеют объем горной массы соответственно 8,1 и 5,1 млн. м<sup>3</sup>. Более мелкие залежи встречены в Московской (Есиновское, Малиновское) и Костромской (Семенковское) областях. Единичны месторождения эолового типа, выявленные во Владимирской области, в долине р. Илемны (Коль-

динское), и в Ярославской области, в долине р. Волги (Липецкое), формирующиеся за счет перевевания древнеаллювиальных песков.

Наиболее широкое развитие здесь получили аллювиальные пески, к которым и приурочены крупнейшие месторождения: Кулаковские Излучины, Соболихинское, Кореневское (Московская область), с запасами 73,6, 27,1 и 25,8 млн. м<sup>3</sup> соответственно.

В Смоленской области крупные аллювиальные залежи промышленного типа приурочены к надпойменной террасе р. Днепра. В Московской области месторождения локализованы в пойменных и русловых отложениях рек Пахры, Оки, Москвы, во вторых надпойменных террасах рек Оки и Москвы, в третьих надпойменных террасах рек Москвы и Протвы и т. д.

В Ярославской и Калининской областях месторождения песков в основном локализованы в древнем аллювии р. Волги, к нему же приурочено единственное в Ивановской области аллювиальное месторождение (Мартынихинское). Во Владимирской области месторождения песка расположены в долинах рек Клязьмы, Большого Киржача, Нерли; в Калужской — в долинах рек Угры, Оки, Жиздры, Болвы, в пределах их пойм и I и III надпойменных террас.

*Подзона преимущественного развития аллювиальных месторождений.* Внутренняя граница подзоны, т. е. северная и северо-западная, совпадают с границей соответствующей подзоны, выделенной нами для песчано-гравийных отложений, Внешняя, т. е. южная и юго-восточная, проводятся по линии максимального распространения днепровского оледенения. В пределах подзоны нами выделено три района локализации аллювиальных песков, в общих чертах повторяющих районы, выделенные при рассмотрении условий локализации гравийно-песчаных месторождений.

Центральный район. Эта территория в пределах распространения Донского языка днепровского оледенения включает северо-запад Волгоградской, центр и север Воронежской, запад Саратовской и Пензенской областей, Тамбовскую, Липецкую, Рязанскую, Горьковскую области и Мордовскую АССР, а также Тульскую и Орловскую области. Внешняя граница этого района оконтуривает площадь распространения флювиогляциальных месторождений песка, генезис которых с достоверностью установлен в Рязанской, Горьковской и Воронежской областях и в Мордовской АССР. На рассматриваемой территории района установлено 6 месторождений этого генезиса. Объем их горной массы составляет 1—3 млн. м<sup>3</sup>. В общем количестве месторождений, учтенных балансом песка, на долю флювиогляциальных приходится менее 20%, остальные месторождения имеют аллювиальный генезис (табл. 16).

Таблица 16

Основные генотипы месторождений подзоны преимущественного развития аллювиальных месторождений песка

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использования		Генотип	
			цементобетон	силикатный	флюсоглициаль-	аллювиальный
					древний	современный

## Центральный район

Орловская область (5)	Коротышское Светлая Жизнь	10,6 1,8	+	+	+	+
Тульская область (10)	Алексинское	18,2	+			+
Рязанская область (6)	Коростовское Кореньковское	2,4 1,6	+		+	+
Горьковская область (9)	Высоковское Пятницкое Безводненское	34,4 9,8 9,4		+	+	+
Марийская АССР (2)	Кундышское	9,0		+		+
Чувашская АССР (2)	Ново-Чебоксарское	16,1		+		+
Мордовская АССР (3)	Кочелаевское	17,6		+		+
Пензенская область (2)	Ахунское Пензенское	11,0 3,5	+	+		+
Тамбовская область (2)	Заворонежское	9,1		+		+
Липецкая область (4)	Липецкое Грязинское	28,0 41,0		+		+

Продолжение табл. 16

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использования		Генотип		
			цементобетон	силикокальцит	флювигляциаль-ный	аллювиальный	древний
Воронежская область (3)	Малышевское Духовское	15,7 1,1	+		+	+	
Саратовская область — западные районы (1)	Пинеровское	8,7		+		+	
Волгоградская область — северные районы (1)	Михайловское II	1,9		+		+	
<b>Юго-западный район</b>							
Белорусская ССР, южный район (2)	Осовцы Борисковичи	16,2 12,0		+	+	+	Озерно-ледниковый
Брянская область (3)	Смолевичское Бежицкое	19,3 13,0		+		+	+
Украинская ССР (82)							
Волынская область (8)	Кульгинское Камень-Каширское	21,5 2,2		+	+		
Ровенская область (4)	Любомирское Бараньевское	8,5 0,7		+	+		Эоловый
Житомирская область (16)	Смоловское Малинское	18,2 6,8	+			+	+

Продолжение табл. 16

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использования		Генотип		
			цементобетон	силикокальцит	флювигляциаль-ный	аллювиальный	древний
Хмельницкая область (4)	Славутское III	1,6	+		+		
Черниговская область (2)	Черниговское	2,2			+		+
Киевская область (7)	Мигалковское Томиловское	35,8 2,0	+	+		+	+
Черкасская область (7)	Городищенское Дубиевское	21,4 5,2	+	+	+	+	+
Кировоградская область (7)	Звенигородское	2,7	+				+
Сумская область (8)	Богдановское Басовское	19,5 10,5	+	+		+	+
Днепропетровская область (19)	Алексеевское I Верхнеднепровское	12,2 8,2	+				+
<b>Северный район</b>							
Архангельская область — юго-восток (3)	Казарма Мыс Котласский	3,8 7,8		+		+	+
Коми АССР (13)	Тибер-Ибское Кочче-Яг Половники Остров Жешарт	15,6 7,4 5,7 3,0	+	+	+	Озерно-аллювиальный	+

В Орловской и Рязанской областях пески приурочены к пойменным образованиям, к I надпойменной террасе р. Оки, ко II надпойменной террасе р. Сосны, в Тульской области — к современному аллювию р. Оки. В Горьковской области крупные месторождения выявлены в аллювии II и III надпойменных террас р. Волги и в современном аллювии р. Оки. В Мордовской АССР оба аллювиальные месторождения выявлены в пределах II надпойменной террасы р. Мокши. В Саратовской и Волгоградской областях единственные четвертичные месторождения песков встречены в древнем аллювии рек, текущих в пределах площади распространения днепровских отложений — в I надпойменной террасе р. Хопер и во II надпойменной террасе р. Медведицы. В Тамбовской области два имеющихся аллювиальных месторождения приурочены одно ко II надпойменной террасе р. Ворон, другое к III надпойменной террасе р. Лесной Воронеж. К древнеаллювиальным отложениям рек Воронежа и Дона приурочены четвертичные месторождения песков Липецкой области. В Воронежской области месторождения песка локализованы в I надпойменной террасе р. Дон.

В пределах Центрального района крупнейшие аллювиальные месторождения разведаны в Липецкой области, например Грязинское имеет объем запасов 41 млн. м<sup>3</sup>, Липецкое — 28 млн. м<sup>3</sup>. К максимальным относится и Высоковское месторождение Горьковской области с объемом запасов 34,4 млн. м<sup>3</sup>. Залежи до 15 млн. м<sup>3</sup> и более наблюдаются в Тульской (Алексинское) и Воронежской (Малышевское) областях и в Мордовской АССР (Кочелаевское).

**Юго-Западный район.** Сюда входит юг Белорусской ССР (Гомельская и Брестская области), Брянская область РСФСР и территория Украины в контуре Днепровского (западного) языка днепровского оледенения (области Волынская, Ровенская, север Хмельницкой, Житомирская, Черниговская, Киевская, Черкасская, центр и запад Сумской и Полтавской, частично Днепропетровская). В областях Волынской, Ровенской, Хмельницкой и Черкасской на балансе числится в общей сложности 11 месторождений, генезис которых изучавшими их специалистами определен как флювиогляциальный. Наиболее крупные из них Кульчицкое (Волынская область) и Городищенское (Черкасская область) имеют объем горной массы около 21 млн. м<sup>3</sup>, три залежи — в пределах 1,6—8,5 млн. м<sup>3</sup>, остальные — меньше. На долю месторождений аллювиального генезиса в этом районе приходится 85% залежей. Самые крупные из них встречены в Киевской (Мигалковское 35,8 млн. м<sup>3</sup>), Сумской (Богдановское 19,5 млн. м<sup>3</sup>) и Брянской (Смолевичское — 19,3 млн. м<sup>3</sup>) областях. Месторождение озерно-ледникового генезиса (Борисковичи с объемом горной массы 12 млн. м<sup>3</sup>) встречено лишь в Гомельской области. На балансе Ровенской области находится одно небольшое месторождение

песков эолового генезиса. Месторождения смешанного аллювиально-эолового характера известны в Днепропетровской области. Аллювиальные месторождения рассматриваемого района, тяготея к основной водной артерии — Днепру и его притокам, входят в состав руслового и пойменного аллювия (Днепр, Десна, Тетерев, Ирша), в аллювий I и II надпойменных террас (Днепр, Припять, Тетерев, Рось, Ингулец) или III надпойменной террасы (р. Тетерев).

Северный район. Сюда входят восток Вологодской области, юго-восток и северо-восток Архангельской области и территории Коми АССР. Вся площадь сложена отложениями преимущественно московского ледникового горизонта, причем интересующие нас месторождения почти полностью представлены аллювием. Крупнейшим из выявленных в этом районе является древнеаллювиальное месторождение Тибер-Ибское в Кomi АССР с запасами 15,6 млн. м<sup>3</sup>, приуроченное к долине р. Вычегды. Остальные месторождения локализуются здесь в русле, пойме и II надпойменной террасе р. Вычегды, а также в пойме рек Вымы, Сысолы, Ижмы и в пределах I надпойменной террасы р. Юромки. Здесь же встречена единственная небольшая залежь межморенных песков (месторождение Воркутское). Смешанным озерно-аллювиальным является генезис месторождения Половники. В пределах юго-востока Архангельской области выявленные месторождения песков тяготеют к современному и древнему аллювию р. Вычегды. На востоке Вологодской области песчаные отложения известны в долине рек Сухоны, Юга и их притоков.

#### ВНЕЛЕДНИКОВАЯ ТЕРРИТОРИЯ ЮГА И ЮГО-ЗАПАДА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР, ВОСТОЧНЫХ КАРПАТ И КРЫМА

В пределах этой территории размещаются рассматривавшиеся нами ранее зоны Горного Крыма и Восточных Карпат, а также внеледниковые области Украинской ССР и Курская и Белгородская области РСФСР.

Внеледниковая зона. На территории Курской и Белгородской областей насчитывается восемь промышленных месторождений песка четвертичного возраста, из которых шесть приурочены к древнеаллювиальным отложениям II надпойменной террасы рек Северского Донца, Оскола, Сейма, Псёла, а два месторождения локализованы в пойме р. Свапы. Крупнейшие месторождения этих областей — Нижне-Ольшансское (Белгородская область) и Пойма (Курская область) — имеют соответственно объем горной массы 9,4 и 11,6 млн. м<sup>3</sup>. Все перечисленные выше реки, принадлежащие к бассейнам Днепра и Дона, берут свое начало на Средне-Русской возвышенности. Из дочетвертичных образований на территории Курской области развиты преимущественно меловые, а в отложениях Белгородской области — палеогеновые, породы которых несомненно

принимали участие в формировании аллювия этих рек. Возникновение вторых надпойменных террас рек, в пределах которых локализовалось большинство выявленных месторождений песка, относится к периоду, последовавшему за московским оледенением, т. е. к первой половине верхнего плейстоцена.

На западе Украины ряд областей внеледниковой зоны, располагаясь между границей распространения Днепровского ледника и долиной р. Днестра, лишены промышленных месторождений четвертичных песков (области Хмельницкая, Тернопольская и север Львовской). Винницкая область, примыкающая к Хмельницкой с востока, имеет несколько месторождений песков, в том числе Лодыжинское II с объемом запасов 6 млн. м<sup>3</sup>, приуроченных к древнеаллювиальным отложениям р. Южный Буг. К аллювию р. Южный Буг относятся месторождения песка Николаевской области, причем крупнейшее из них (Матвеевское) имеет объем горной массы 12,5 млн. м<sup>3</sup>. Оно локализовано в надпойменной террасе (табл. 17). В Херсонской области выявлено самое крупное на Украине месторождение строительных песков — Цюрупинское. Оно приурочено к I надпойменной террасе р. Конки, и объем горной массы равен 81,5 млн. м<sup>3</sup>. Здесь же выявлен ряд месторождений в долине р. Днепра, в том числе Кардашинское с объемом запасов 10,3 млн. м<sup>3</sup>, приуроченное ко II надпойменной террасе.

Запорожская и Донецкая области имеют промышленные месторождения песка морского генезиса, приуроченные к современным образованиям Азовского моря и предназначенные для бетона. Крупнейшее из них — Белосарайское — имеет объем горной массы 22,5 млн. м<sup>3</sup>. Кроме того, Донецкая область имеет на балансе еще одно древнеаллювиальное месторождение.

В Запорожской области выявлено четыре месторождения, приуроченные к современному и древнему аллювию Днепра. Восточные районы Днепропетровской области, прилегающие к границе распространения максимального ледникового покрова, в пределах долины р. Днепра и его левых притоков Самары и Волчья имеют ряд месторождений песка, локализующихся в русловом и пойменном аллювии и в надпойменных террасах этих рек.

В Харьковской области существуют довольно значительные месторождения песка, приуроченные к долинам рек, берущих свое начало на Средне-Русской возвышенности (Северского Донца и его притоков Оскола и Уды).

Луганская область, располагающаяся ниже по течению р. Северский Донец, имеет месторождения, достигающие объема запасов 15—17 млн. м<sup>3</sup> (Рубежанское, Огороднянское), приуроченных к надпойменным террасам.

Рассмотренная выше внеледниковая зона, несмотря на наличие нескольких довольно крупных четвертичных месторожде-

## Основные генотипы месторождений песка внеледниковой территории юга и юго-запада Европейской части СССР

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использования		Генотип	
			цементобетон	силикокальцит	аллювиальный	древний
Внеледниковая зона						
Украинская ССР (37)						
Николаевская область (5)	Матвеевское	12,5	+		+	
Херсонская область (4)	Цюрупинское Кардашинское	81,5 10,3		+	+	
Харьковская область (6)	Купянское-Южный Основянское	11,5 9,7		+	+	
Луганская область (7)	Рубежанское Огородянское	17,2 15,2	+	+	+	
Донецкая область (2)	Белосарайское	22,5	+			+
Запорожская область (5)	Днепровское Бердянское	10,1 2,8	+		+	+
Винницкая область (4)	Ладыжинское II	6,0		+	+	
Одесская область (4)	Вилковское Лабушнянское	17,8 8,2		+		+
Полтавская область (1)	Мало-Кахновское					

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использования		Генотип	
			цементобетон	силикокальцит	аллювиальный	древний
Р С Ф С Р (8) Курская область (4)	Пойма	9,4	+			+
Белгородская область (4)	Нижне-Ольшанское	11,6	+		+	

## Зона Восточных Карпат

У к р а и н с к а я С С Р (6) Закарпатская область (5)	Дедовское Реметское	18,4 6,9	+		+	
Черновицкая область (1)	Хотинское	0,1		+	+	
М о л д а в с к а я С С Р (2)	Кобусковское Комратское	13,0 4,6	+	+	+	

## Зона Горного Крыма

Крымская область (1)	Заморское	0,6	+			
-------------------------	-----------	-----	---	--	--	--

ний песка, в целом представляется менее обеспеченной этим видом строительного материала. К примеру, на аналогичной по размерам территории рассмотренного несколько ранее Юго-Западного района ледниковой зоны, расположенного в пределах контура Днепровского ледника и включающего север Украины, юг Белоруссии и Брянскую область РСФСР, выявлено около 80 месторождений песка четвертичного возраста, а здесь почти в два раза меньше. И хотя подобное сопоставление ед-

ва ли может быть принято окончательным для решения вопроса о большей или меньшей перспективности зоны, сравнение это все же не лишено интереса. Следует отметить, что для рассматриваемой территории большое значение имеют пески из дочетвертичных отложений, в частности преимущественно из неогена. Обеспечивается ими север Львовской области, а также Тернопольская, Донецкая, Одесская и Днепропетровская области. Эти пески используются для изготовления бетона, силикатного кирпича и прочих силикальцитных изделий.

Зона Восточных Карпат, четко выявившаяся при рассмотрении песчано-гравийных отложений, выделяется в тех же границах. Распространение песка со стороны Карпат на северо-восток ограничивается все той же долиной Днестра. Здесь на внедниковской территории Украины, в пределах которой расположена северная половина Львовской области (южная — заднестровская входит в рассматриваемую зону), Тернопольская и Хмельницкая области, отсутствуют промышленные месторождения песков четвертичного возраста. Юго-восточная граница зоны распространения песков уходит в сторону мелководья Черного моря, куда происходит снос песка реками Когильник и Днестром и где в районе г. Белгород-Днестровского выявлены промышленные скопления песков. В пределах зоны Восточных Карпат расположены Молдавская ССР и области Закарпатская, Ивано-Франковская, Черновицкая, юг Львовской и крайний юго-запад Одесской области.

В Ивано-Франковской и Львовской областях, имеющих в пределах зоны довольно крупные месторождения песчано-гравийного материала, промышленных месторождений четвертичных песков на балансе не числится. В Черновицкой области на балансе имеется небольшая залежь объемом всего 0,1 млн. м<sup>3</sup>. Крупные месторождения известны в Закарпатской области (Дедовское — 18,4 млн. м<sup>3</sup> песка, пригодного для изготовления бетона) и в Молдавской ССР (Кобусковское — 13 млн. м<sup>3</sup>). Пески в этой зоне могут быть выявлены в тех же речных долинах, что и гравийно-песчаный материал, а также по побережью Черного моря, в его террасах, в районе речных дельт и лиманов.

Представляют интерес морские террасовые и пляжевые отложения в районах выхода рек на побережье Черного и Азовского морей. К этим отложениям могут быть приурочены промышленные скопления песков.

В пределах рассмотренной территории отмечались и месторождения эолового происхождения, возникшие здесь за счет ветровой переработки морских и аллювиальных образований.

Зона Горного Крыма. На балансе Крымской области числится единственное месторождение песка для производства бетона, имеющее объем горной массы 0,6 млн. м<sup>3</sup>. Оно приурочено к побережью Азовского моря и генетически явля-

ется смешанным — эолово-морским (морские современные пески, подвергшиеся ветровой переработке).

Строительные пески в Крыму могут быть выявлены в долинах рек Альма, Салгир и Бельбек в тех же условиях, что и песчано-гравийный материал, а также на акватории вдоль побережья. Морские пески часто содержат большое количество моллюсков.

Четвертичные пески рассмотренной территории генетически однообразны. Наиболее распространены древнеаллювиальные пески, локализованные в пределах I и II надпойменных террас. Интерес могут представлять аллювиальные отложения рек зоны Восточных Карпат, Южного Буга, Днепра и Северского Донца с их притоками.

#### ВНЕЛЕДНИКОВАЯ ТЕРРИТОРИЯ ЮГО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР, СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА, КАВКАЗА

Ниже мы рассмотрим локализацию песка в зоне Среднего и Южного Урала и в зоне Кавказа, а также на площади, заключенной между этими зонами и границей днепровского ледникового покрова.

Зона Среднего и Южного Урала рассматривается в границах аналогичной ей зоны, выделенной при изучении условий локализации песчано-гравийных отложений. Являясь перигляциальной по отношению к возникавшим к северу и северо-западу мощным ледниковым покровам, эта зона имеет те же генетические типы месторождений песка, что и для гравия. В приведенной ниже таблице для территориальных подразделений приводятся наиболее крупные представители характерных генотипов залежей (табл. 18).

Крупнейшие месторождения встречены в Куйбышевской (Пискалинское) и Пермской (Соликамское и Закамское) областях. Объем горной массы их составляет соответственно 80,6, 51,3 и 19,6 млн. м<sup>3</sup>. Наиболее крупные залежи локализуются в древнеаллювиальных отложениях. Однако разведанных месторождений песка в этой зоне значительно меньше, чем месторождений гравия. Промышленные месторождения строительных песков локализованы на севере зоны, преимущественно в долине р. Камы, в ее I и II надпойменных террасах, в I надпойменной террасе р. Лозьвы, в древнем аллювии рек Чусовой и Ижи. В Башкирии месторождения локализованы в современном руслом и пойменном аллювии рек Уфы и ее I надпойменной террасе. Большая часть песков выявлена в I надпойменной террасе р. Белой. В Куйбышевской области единственное аллювиальное месторождение локализовано в древней террасе р. Волги. Песчаные промышленные месторождения в Актюбинской и Челябинской областях четвертичного возраста довольно редки. Одно из месторождений этой зоны — Сызранское (Куйбышевская область) — отнесено к элювиально-делювиальному типу.

## ОСНОВНЫЕ ПРОМЫШЛЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕСКА

Промышленные месторождения песка четвертичного возраста для строительных целей имеют по сравнению с песчано-гравийными месторождениями более широкое распространение. Во многих областях Украины и на юге европейской части РСФСР, где четвертичные пески либо ограниченно развиты, либо вообще не образуют крупных промышленных скоплений, строительная индустрия успешно использует развитые здесь пески неогена, палеогена и мела. Поскольку пески из дочетвертичных отложений по сравнению с четвертичными обладают более высокой степенью сортировки и более выдержаным минеральным, химическим и гранулометрическим составом, они очень ценные в таких видах производства, как стекловарение и литейное дело. На некоторых территориях пески вообще не распространены, например на юге Западно-Сибирской низменности. Здесь, в зоне Транссибирской железной дороги, на участке, к которому тяготеют такие крупные центры, как Омск, Новосибирск, промышленные залежи песков приурочены только к аллювию рек Иртыша и Оби, а все водораздельное пространство между ними в полосе более 700 км лишено не только месторождений, но и перспектив их выявления.

Отметим, что пески содержатся и в валунно-гравийных и в гравийных месторождениях, хотя имеют подчиненное значение. При переработке горной массы на гравийно-сортировочных фабриках пески отделяются, являясь наряду с гравием и щебнем продукцией предприятия, а нередко и его отходами. Как правило, пески-отсевы пригодны для использования в строительных растворах, дорожном строительстве и в производстве бетона, хотя часто нуждаются в некоторой технологической переработке — промывке в целях удаления избытка пылевато-глинистых примесей или во фракционировании. Пригодны пески-отсевы и для производства силикатных изделий, в том числе газосиликатных. Однако даже в тех случаях, когда имеется избыток песков-отсевов, предприятия по производству силикатных изделий предпочитают использовать природные безгравийные пески, что в большинстве случаев и являлось основанием для их выявления и разведки.

При рассмотрении основных генотипов песчано-гравийных месторождений привлекает внимание локализация этих залежей в зонах, тяготеющих к горным системам и ледниковым покро-

вам равнин. Эта же зональность, хотя и менее четко, наблюдается и на месторождениях песка. Основные генотипы месторождений песка рассматриваются ниже.

### МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ

В эту зону нами включена вся территория европейской части СССР в контуре максимального, днепровского оледенения. Как и ранее для песчано-гравийных месторождений, для месторождений песка выделяются те же три подзоны с теми же границами между ними.

*Подзона преимущественного развития надморенных месторождений песка флювиогляциального генезиса.* В эту подзону входит Северо-Запад РСФСР и большая часть Белоруссии (ее центральные и северные районы). В пределах этой подзоны на балансе числится более 70 месторождений песка, большая часть которых разведана для обеспечения сырьем заводов по производству силикатного кирпича и других силикокальцитных изделий — газосиликатных плит и блоков и т. д. Как и в случае с песчано-гравийными отложениями, для этой подзоны наиболее характерны месторождения флювиогляциального генезиса, представленные в первую очередь камами и зандрами, а также озами и террасовыми образованиями древних ложбин стока тальных ледниковых вод. Появился, не имевший места ранее, озерно-ледниковый тип месторождений, довольно широко распространенный и представляющий большой промышленный интерес (табл. 14).

Наиболее крупными представителями месторождений флювиогляциального типа являются Лебежаны-II, Галлинское и Шапкинское, объем горной массы которых составляет соответственно 81, 75,5 и 49,3 млн. м<sup>3</sup>. Крупнейшие озерно-ледниковые месторождения имеют запасы горной массы порядка 15—20 млн. м<sup>3</sup>, например Белогорское 19,9 млн. м<sup>3</sup> и Келковова Гора 21,6 млн. м<sup>3</sup> (табл. 15). Месторождения песка эолового генезиса имеют здесь ограниченное развитие, хотя и представляют промышленный интерес. Всего балансом по Латвийской ССР учтено 2 месторождения — Болдероя-Бульупе и Бернаты, из которых первое, крупнейшее, имеет объем горной массы 14,8 млн. м<sup>3</sup>. В Литовской ССР имеются также два месторождения этого типа — Сандрупис и Атуркишкис, причем последнее смешанного типа, представляющее собой комплекс отложений озерно-ледникового и эолового происхождения. Дюнные пески, весьма широко развитые в прибрежной части Прибалтики, представляют для этих республик промышленный интерес, хотя в целом для рассматриваемой зоны значение золовых образований из-за локального их развития невелико. Примерно такое же значение имеют месторождения песков, приуроченных к морским террасовым отложениям. Известны

Таблица 14

## Основные генотипы месторождений песка подзоны преимущественного развития флювиогляциальных отложений

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использования		Генотип		
			цементо-бетон	силико-кальцит	флювио-гляциальный	озерно-ледниковый	морской
Мурманская область (7)	Шонгуйское	7,5		+			
	Териберское	6,8		++	+		
	Луостари I	4,8				+	+
Карельская АССР (6)	Пятый Шлюз	10,0		+			
	Сандормоха	9,2		++		+	
	Летнереченское	1,7			+		
Ленинградская обл. (7)	Келколова Гора	21,6		+			
	Шапкинское	49,3		++	+	+	
Псковская область (2)	Струги Красные	15,3		+	+		
Новгородская область (1)	Мстинский Мост	3,7		+			+
Архангельская область (без восточных районов) (10)	Солзинское	27,9	+				
	Белогорское	19,9		++			
	Кореничное	19,4		++	+	+	
Эстонская ССР, Латвийская ССР и Литовская ССР (20)	Таллинское	75,5	+	+	+		
	Белдероя-Бульупе	14,8		++			
	Раннамыйза	8,3		++			
	Немакшай	5,5		++		+	
						Эоловый	
Калининградская область	Лесное II	8,1		+	+		
Калининская область (11)	Калининское I	14,8		+			
	Охват	8,6		++			
	Раменье	2,2		++		Межморенный	
Вологодская область (2)	Тимошкинское	12,4		+	+		
Белорусская ССР (центральные и северные районы) (9)	Лебежаны II	81,0		+			
	Нижний Половино-Лог	29,3		++			
	Кульбяки	10,8		++			
	Сухарево	10,8	+	++		+	

Таблица 15

Основные генотипы месторождений песка подзоны преимущественного развития межморенных флювиогляциальных отложений

Область (часть месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использования		Флювиогляциальный генотип		Аллювиальный генотип	
			цементо- бетон	силико- кальцит	надморен- ный	межмо- ренный	древний	совре- менный
Смоленская (2)	Гнездовское Городищенское	5,2 3,2		+	+		+	
Московская (23)	Кулаковские Излучины Соболихинское Кореневское Голыгинское	73,6 27,1 25,8 15,8	+	+			+	+
Ярославская (6)	Воробинское Липовецкое	64,6 19,0	+	+	+		+	
Костромская (4)	Деминское Каримовское	5,1 2,9		+		+	+	
Ивановская (4)	Коноховское Завражье	5,9 4,2	+	+	+			Озерно-ледниковый
Владимирская (9)	Коммунарское Федуловское	24,1 15,6	+	+	+		+	+
Калужская (10)	Дворцово-Караваевское Лев-Толстовское Окское	10,8 8,1 4,2	+	+		+	+	+
Кировская (2)	Стрижевское Гнусинское	23,6 19,1		+			+	

они в Мурманской и Архангельской областях и в Эстонской ССР. Крупнейшее из них (Солзинское месторождение Архангельской области) имеет объем горной массы 27,9 млн. м<sup>3</sup>, а Териберское Мурманской области и Раннамыйза Эстонской ССР — соответственно 6,8 и 8,3 млн. м<sup>3</sup>.

Аллювиальные образования представлены месторождениями песка в Мурманской, Архангельской, Калининской областях РСФСР и Белорусской ССР. Крупнейшее месторождение этого типа — Нижний Половино-Лог, приуроченное к древнеаллювиальным огложнениям р. Днепра (Могилевская область БССР), имеет объем горной массы 29,3 млн. м<sup>3</sup>, т. е. является одним из крупнейших в этой подзоне.

В Калининской области аллювиальные месторождения локализованы в русле и в I надпойменной террасе р. Волги (месторождения Калининское, Калининское I, Скакулинское, Мальцевское и др.), а также в I надпойменной террасе р. Волчины, в Архангельской области они приурочены к долинам рек Мезень, Шелекса, Вашка. Весьма мощные отложения песков встречены в русле, в I и II надпойменных террасах р. Северной Двины. Мелко- и тонкозернистые их разности, разведанные в акватории этой реки в районе г. Архангельска, используются для засыпки предназначенных для застройки низких заболоченных площадей.

В Мурманской области Шонгуйское месторождение песка с объемом горной массы 7,5 млн. м<sup>3</sup> выявлено в аллювии р. Колы, в ее IV и V террасах.

В этой подзоне выявлено в Калининской области единственное месторождение межморенного характера (Раменье) с запасами горной массы 2,2 млн. м<sup>3</sup>.

*Подзона преимущественного развития межморенных флювиогляциальных отложений.* На этой территории месторождения песка в их первичном надморенном залегании и генетически отнесенные к флювиогляциальным отложениям встречены во всех областях, хотя и не везде ими образованы крупные залежи. В Ивановской области известны два месторождения озерно-ледникового происхождения — Алешевское и Конаховское. Крупнейшее из флювиогляциальных месторождений Воробинское (Ярославская область) имеет объем горной массы 64,6 млн. м<sup>3</sup> (см. табл. 15).

Месторождения межморенного генезиса в рассматриваемой подзоне представлены в небольшом количестве. Наиболее крупные из них — Лев-Толстовское Калужской области и Дёминское Костромской. Они имеют объем горной массы соответственно 8,1 и 5,1 млн. м<sup>3</sup>. Более мелкие залежи встречены в Московской (Есиновское, Малиновское) и Костромской (Семенковское) областях. Единичны месторождения золового типа, выявленные во Владимирской области, в долине р. Илемны (Коль-

динское), и в Ярославской области, в долине р. Волги (Липецкое), формирующиеся за счет перевевания древнеаллювиальных песков.

Наиболее широкое развитие здесь получили аллювиальные пески, к которым и приурочены крупнейшие месторождения: Кулаковские Излучины, Соболихинское, Кореневское (Московская область), с запасами 73,6, 27,1 и 25,8 млн. м<sup>3</sup> соответственно.

В Смоленской области крупные аллювиальные залежи прошлого типа приурочены к надпойменной террасе р. Днепра. В Московской области месторождения локализованы в пойменных и русловых отложениях рек Пахры, Оки, Москвы, во вторых надпойменных террасах рек Оки и Москвы, в третьих надпойменных террасах рек Москвы и Протвы и т. д.

В Ярославской и Калининской областях месторождения песков в основном локализованы в древнем аллювии р. Волги, к нему же приурочено единственное в Ивановской области аллювиальное месторождение (Мартынихиное). Во Владимирской области месторождения песка расположены в долинах рек Клязьмы, Большого Киржача, Нерли; в Калужской — в долинах рек Угры, Оки, Жиздрь, Болвы, в пределах их пойм и I и III надпойменных террас.

*Подзона преимущественного развития аллювиальных месторождений.* Внутренняя граница подзоны, т. е. северная и северо-западная, совпадают с границей соответствующей подзоны, выделенной нами для песчано-гравийных отложений, Внешняя, т. е. южная и юго-восточная, проводятся по линии максимального распространения днепровского оледенения. В пределах подзоны нами выделено три района локализации аллювиальных песков, в общих чертах повторяющих районы, выделенные при рассмотрении условий локализации гравийно-песчаных месторождений.

Центральный район. Эта территория в пределах распространения Донского языка днепровского оледенения включает северо-запад Волгоградской, центр и север Воронежской, запад Саратовской и Пензенской областей, Тамбовскую, Липецкую, Рязанскую, Горьковскую области и Мордовскую АССР, а также Тульскую и Орловскую области. Внешняя граница этого района оконтуривает площадь распространения флювиогляциальных месторождений песка, генезис которых с достоверностью установлен в Рязанской, Горьковской и Воронежской областях и в Мордовской АССР. На рассматриваемой территории района установлено 6 месторождений этого генезиса. Объем их горной массы составляет 1—3 млн. м<sup>3</sup>. В общем количестве месторождений, учтенных балансом песка, на долю флювиогляциальных приходится менее 20%, остальные месторождения имеют аллювиальный генезис (табл. 16).

Таблица 16

Основные генотипы месторождений подзоны преимущественного развития аллювиальных месторождений песка

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использования		Генотип	
			цементобетон	силикатцемент	флювногляциаль-	аллювиальный
					древний	современный
Центральный район						
Орловская область (5)	Коротышское Светлая Жизнь	10,6 1,8	+	+	+	+
Тульская область (10)	Алексинское	18,2	+			+
Рязанская область (6)	Коростовское Кореньковское	2,4 1,6	+		+	+
Горьковская область (9)	Высоковское	34,4		+		+
	Пятницкое Безводненское	9,8 9,4	+	+	+	+
Марийская АССР (2)	Кундышское	9,0		+		+
Чувашская АССР (2)	Ново-Чебоксарское	16,1		+		+
Мордовская АССР (3)	Кочелаевское	17,6		+		+
Пензенская область (2)	Ахунское	11,0		+		+
	Пензенское	3,5	+			+
Тамбовская область (2)	Заворонежское	9,1		+		+
Липецкая область (4)	Липецкое	28,0		+		+
	Грязинское	41,0		+		+

Продолжение табл. 16

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использования		Генотип		
			Цементобетон	Силикокальцит	Флювигляциаль- ный	аллювиальный	Древний
Воронежская область (3)	Малышевское Духовское	15,7 1,1	+		+	+	
Саратовская область — западные районы (1)	Пинеровское	8,7		+		+	
Волгоградская область — северные районы (1)	Михайловское II	1,9		+		+	
Юго-западный район							
Белорусская ССР, южный район (2)	Осовцы Борисковичи	16,2 12,0		+	+	+	Озерно-ледниковый
Брянская область (3)	Смолевичское Бежицкое	19,3 13,0		+		+	+
Украинская ССР (82)							
Волынская область (8)	Кульгинское Камень-Каширское	21,5 2,2		+	+		
Ровенская область (4)	Любомирское Бараньевское	8,5 0,7		+	+		Эоловый
Житомирская область (16)	Смоловское Малинское	18,2 6,8	+			+	+

Продолжение табл. 16

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использования		Генотип		
			Цементобетон	Силикокальцит	Флювигляциаль- ный	аллювиальный	Древний
Хмельницкая область (4)	Славутское III	1,6	+			+	
Черниговская область (2)	Черниговское	2,2		+			+
Киевская область (7)	Мигалковское Томиловское	35,8 2,0	+			+	+
Черкасская область (7)	Городищенское Дубневское	21,4 5,2	+	+	+	+	+
Кировоградская область (7)	Звенигородское	2,7	+				+
Сумская область (8)	Богдановское Басовское	19,5 10,5	+	+		+	+
Днепропетровская область (19)	Алексеевское I Верхнеднепровское	12,2 8,2	+			+	+
Северный район							
Архангельская область — юго-восток (3)	Казарма Мыс Котласский	3,8 7,8		+		+	+
Коми АССР (13)	Тибер-Ибское Кочче-Яг Половники Остров Жешарт	15,6 7,4 5,7 3,0	+	+		+	+
						Озерно-аллювиальный	

В Орловской и Рязанской областях пески приурочены к пойменным образованиям, к I надпойменной террасе р. Оки, ко II надпойменной террасе р. Сосны, в Тульской области — к современному аллювию р. Оки. В Горьковской области крупные месторождения выявлены в аллювии II и III надпойменных террас р. Волги и в современном аллювии р. Оки. В Мордовской АССР оба аллювиальные месторождения выявлены в пределах II надпойменной террасы р. Мокши. В Саратовской и Волгоградской областях единственные четвертичные месторождения песков встречены в древнем аллювии рек, текущих в пределах площади распространения днепровских отложений — в I надпойменной террасе р. Хопер и во II надпойменной террасе р. Медведицы. В Тамбовской области два имеющихся аллювиальных месторождения приурочены одно ко II надпойменной террасе р. Ворон, другое к III надпойменной террасе р. Лесной Воронеж. К древнеаллювиальным отложениям рек Воронежа и Дона приурочены четвертичные месторождения песков Липецкой области. В Воронежской области месторождения песка локализованы в I надпойменной террасе р. Дон.

В пределах Центрального района крупнейшие аллювиальные месторождения разведаны в Липецкой области, например Грязинское имеет объем запасов 41 млн. м<sup>3</sup>, Липецкое — 28 млн. м<sup>3</sup>. К максимальным относится и Высоковское месторождение Горьковской области с объемом запасов 34,4 млн. м<sup>3</sup>. Залежи до 15 млн. м<sup>3</sup> и более наблюдаются в Тульской (Алексинское) и Воронежской (Малышевское) областях и в Мордовской АССР (Кочелаевское).

Юго-Западный район. Сюда входит юг Белорусской ССР (Гомельская и Брестская области), Брянская область РСФСР и территория Украины в контуре Днепровского (западного) языка днепровского оледенения (области Волынская, Ровенская, север Хмельницкой, Житомирская, Черниговская, Киевская, Черкасская, центр и запад Сумской и Полтавской, частично Днепропетровская). В областях Волынской, Ровенской, Хмельницкой и Черкасской на балансе числится в общей сложности 11 месторождений, генезис которых изучавшими их специалистами определен как флювиогляциальный. Наиболее крупные из них Кульчицкое (Волынская область) и Городищенское (Черкасская область) имеют объем горной массы около 21 млн. м<sup>3</sup>, три залежи — в пределах 1,6—8,5 млн. м<sup>3</sup>, остальные — меньше. На долю месторождений аллювиального генезиса в этом районе приходится 85% залежей. Самые крупные из них встречены в Киевской (Мигалковское 35,8 млн. м<sup>3</sup>), Сумской (Богдановское 19,5 млн. м<sup>3</sup>) и Брянской (Смолевичское — 19,3 млн. м<sup>3</sup>) областях. Месторождение озерно-ледникового генезиса (Борисковичи с объемом горной массы 12 млн. м<sup>3</sup>) встречено лишь в Гомельской области. На балансе Ровенской области находится одно небольшое месторождение

песков золового генезиса. Месторождения смешанного аллювиально-золового характера известны в Днепропетровской области. Аллювиальные месторождения рассматривающего района, тяготея к основной водной артерии — Днепру и его притокам, входят в состав руслового и пойменного аллювия (Днепр, Десна, Тетерев, Ирша), в аллювий I и II надпойменных террас (Днепр, Припять, Тетерев, Рось, Ингулец) или III надпойменной террасы (р. Тетерев).

Северный район. Сюда входят восток Вологодской области, юго-восток и северо-восток Архангельской области и территории Коми АССР. Вся площадь сложена отложениями преимущественно московского ледникового горизонта, причем интересующие нас месторождения почти полностью представлены аллювием. Крупнейшим из выявленных в этом районе является древнеаллювиальное месторождение Тибер-Ибское в Коми АССР с запасами 15,6 млн. м<sup>3</sup>, приуроченное к долине р. Вычегды. Остальные месторождения локализуются здесь в русле, пойме и II надпойменной террасе р. Вычегды, а также в пойме рек Вымы, Сысолы, Ижмы и в пределах I надпойменной террасы р. Юромки. Здесь же встречена единственная небольшая залежь межморенных песков (месторождение Воркутское). Смешанным озерно-аллювиальным является генезис месторождения Половники. В пределах юго-востока Архангельской области выявленные месторождения песков тяготеют к современному и древнему аллювию р. Вычегды. На востоке Вологодской области песчаные отложения известны в долине рек Сухоны, Юга и их притоков.

#### ВНЕЛЕДНИКОВАЯ ТЕРРИТОРИЯ ЮГА И ЮГО-ЗАПАДА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР, ВОСТОЧНЫХ КАРПАТ И КРЫМА

В пределах этой территории размещаются рассматривавшиеся нами ранее зоны Горного Крыма и Восточных Карпат, а также внедниковье области Украинской ССР и Курская и Белгородская области РСФСР.

Внедниковая зона. На территории Курской и Белгородской областей насчитывается восемь промышленных месторождений песка четвертичного возраста, из которых шесть приурочены к древнеаллювиальным отложениям II надпойменной террасы рек Северского Донца, Оскола, Сейма, Псёла, а два месторождения локализованы в пойме р. Свапы. Крупнейшие месторождения этих областей — Нижне-Ольшанское (Белгородская область) и Пойма (Курская область) — имеют соответственно объем горной массы 9,4 и 11,6 млн. м<sup>3</sup>. Все перечисленные выше реки, принадлежащие к бассейнам Днепра и Дона, берут свое начало на Средне-Русской возвышенности. Из дочетвертичных образований на территории Курской области развиты преимущественно меловые, а в отложениях Белгородской области — палеогеновые, породы которых несомненно

принимали участие в формировании аллювия этих рек. Возникновение вторых надпойменных террас рек, в пределах которых локализовалось большинство выявленных месторождений песка, относится к периоду, последовавшему за московским оледенением, т. е. к первой половине верхнего плейстоцена.

На западе Украины ряд областей внеледниковой зоны, располагаясь между границей распространения Днепровского ледника и долиной р. Днестра, лишены промышленных месторождений четвертичных песков (области Хмельницкая, Тернопольская и север Львовской). Винницкая область, примыкающая к Хмельницкой с востока, имеет несколько месторождений песков, в том числе Лодыжинское II с объемом запасов 6 млн. м<sup>3</sup>, приуроченных к древнеаллювиальным отложениям р. Южный Буг. К аллювию р. Южный Буг относятся месторождения песка Николаевской области, причем крупнейшее из них (Матвеевское) имеет объем горной массы 12,5 млн. м<sup>3</sup>. Оно локализовано в надпойменной террасе (табл. 17). В Херсонской области выявлено самое крупное на Украине месторождение строительных песков — Цюрупинское. Оно приурочено к I надпойменной террасе р. Конки, и объем горной массы равен 81,5 млн. м<sup>3</sup>. Здесь же выявлен ряд месторождений в долине р. Днепра, в том числе Кардашинское с объемом запасов 10,3 млн. м<sup>3</sup>, приуроченное ко II надпойменной террасе.

Запорожская и Донецкая области имеют промышленные месторождения песка морского генезиса, приуроченные к современным образованиям Азовского моря и предназначенные для бетона. Крупнейшее из них — Белосарайское — имеет объем горной массы 22,5 млн. м<sup>3</sup>. Кроме того, Донецкая область имеет на балансе еще одно древнеаллювиальное месторождение.

В Запорожской области выявлено четыре месторождения, приуроченные к современному и древнему аллювию Днепра. Восточные районы Днепропетровской области, прилегающие к границе распространения максимального ледникового покрова, в пределах долины р. Днепра и его левых притоков Самары и Волчьеи имеют ряд месторождений песка, локализующихся в русловом и пойменном аллювии и в надпойменных террасах этих рек.

В Харьковской области существуют довольно значительные месторождения песка, приуроченные к долинам рек, берущих свое начало на Средне-Русской возвышенности (Северского Донца и его притоков Оскола и Уды).

Луганская область, располагающаяся ниже по течению р. Северский Донец, имеет месторождения, достигающие объема запасов 15—17 млн. м<sup>3</sup> (Рубежанское, Огороднянское), приуроченных к надпойменным террасам.

Рассмотренная выше внеледниковая зона, несмотря на наличие нескольких довольно крупных четвертичных месторожде-

Таблица 17

**Основные генотипы месторождений песка вилендниковой территории юга и юго-запада Европейской части СССР**

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использования		Генотип	
			Цементобетон	Силикокальцит	аллювиальный	древний
<b>Вилендниковая зона</b>						
Украинская ССР (37) Николаевская область (5)	Матвеевское	12,5	+		+	
Херсонская область (4)	Цюрупинское Кардашинское	81,5 10,3		+	+	
Харьковская область (6)	Купянское-Южный Основянское	11,5 9,7		+	+	
Луганская область (7)	Рубежанское Огородянское	17,2 15,2	+	+	+	
Донецкая область (2)	Белосарайское	22,5	+			+
Запорожская область (5)	Днепровское Бердянское	10,1 2,8	+		+	+
Винницкая область (4)	Ладыжинское II	6,0		+	+	
Одесская область (4)	Вилковское Лабушнянское	17,8 8,2		+		+
Полтавская область (1)	Мало-Кахновское					

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использования		Генотип	
			цементобетон	силикальцит	древний	современный
РСФСР (8) Курская область (4)	Пойма	9,4	+			+
Белогородская область (4)	Нижне-Ольшанское	11,6	+		+	

## Зона Восточных Карпат

Украинская ССР (6) Закарпатская область (5)	Дедовское Реметское	18,4 6,9	+		+	
Черновицкая область (1)	Хотинское	0,1		+	+	
Молдавская ССР (2)	Кобусковское Комратское	13,0 4,6	+	+	+	

## Зона Горного Крыма

Крымская область (1)	Заморское	0,6	+	-			+
-------------------------	-----------	-----	---	---	--	--	---

ний песка, в целом представляется менее обеспеченной этим видом строительного материала. К примеру, на аналогичной по размерам территории рассмотренного несколько ранее Юго-Западного района ледниковой зоны, расположенного в пределах контура Днепровского ледника и включающего север Украины, юг Белоруссии и Брянскую область РСФСР, выявлено около 80 месторождений песка четвертичного возраста, а здесь почти в два раза меньше. И хотя подобное сопоставление ед-

ва ли может быть принято окончательным для решения вопроса о большей или меньшей перспективности зоны, сравнение это все же не лишено интереса. Следует отметить, что для рассматриваемой территории большое значение имеют пески из дочетвертичных отложений, в частности преимущественно из неогена. Обеспечивается ими север Львовской области, а также Тернопольская, Донецкая, Одесская и Днепропетровская области. Эти пески используются для изготовления бетона, силикатного кирпича и прочих силикальцитных изделий.

Зона Восточных Карпат, четко выявившаяся при рассмотрении песчано-гравийных отложений, выделяется в тех же границах. Распространение песка со стороны Карпат на северо-восток ограничивается все той же долиной Днестра. Здесь на внеледниковой территории Украины, в пределах которой расположена северная половина Львовской области (южная — заднестровская входит в рассматриваемую зону), Тернопольская и Хмельницкая области, отсутствуют промышленные месторождения песков четвертичного возраста. Юго-восточная граница зоны распространения песков уходит в сторону мелководья Черного моря, куда происходит снос песка реками Когильник и Днестром и где в районе г. Белгород-Днестровского выявлены промышленные скопления песков. В пределах зоны Восточных Карпат расположены Молдавская ССР и области Закарпатская, Ивано-Франковская, Черновицкая, юг Львовской и крайний юго-запад Одесской области.

В Ивано-Франковской и Львовской областях, имеющих в пределах зоны довольно крупные месторождения песчано-гравийного материала, промышленных месторождений четвертичных песков на балансе не числятся. В Черновицкой области на балансе имеется небольшая залежь объемом всего 0,1 млн. м<sup>3</sup>. Крупные месторождения известны в Закарпатской области (Дедовское — 18,4 млн. м<sup>3</sup> песка, пригодного для изготовления бетона) и в Молдавской ССР (Кобусковское — 13 млн. м<sup>3</sup>). Пески в этой зоне могут быть выявлены в тех же речных долинах, что и гравийно-песчаный материал, а также по побережью Черного моря, в его террасах, в районе речных дельт и лиманов.

Представляют интерес морские террасовые и пляжевые отложения в районах выхода рек на побережье Черного и Азовского морей. К этим отложениям могут быть приурочены промышленные скопления песков.

В пределах рассмотренной территории отмечались и месторождения эолового происхождения, возникшие здесь за счет ветровой переработки морских и аллювиальных образований.

Зона Горного Крыма. На балансе Крымской области числится единственное месторождение песка для производства бетона, имеющее объем горной массы 0,6 млн. м<sup>3</sup>. Оно приурочено к побережью Азовского моря и генетически явля-

ется смешанным — эолово-морским (морские современные пески, подвергшиеся ветровой переработке).

Строительные пески в Крыму могут быть выявлены в долинах рек Альма, Салгир и Бельбек в тех же условиях, что и песчано-гравийный материал, а также на акватории вдоль побережья. Морские пески часто содержат большое количество моллюсков.

Четвертичные пески рассмотренной территории генетически однообразны. Наиболее распространены древнеаллювиальные пески, локализованные в пределах I и II надпойменных террас. Интерес могут представлять аллювиальные отложения рек зоны Восточных Карпат, Южного Буга, Днепра и Северского Донца с их притоками.

#### ВНЕЛЕДНИКОВАЯ ТЕРРИТОРИЯ ЮГО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР, СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА, КАВКАЗА

Ниже мы рассмотрим локализацию песка в зоне Среднего и Южного Урала и в зоне Кавказа, а также на площади, заключенной между этими зонами и границей днепровского ледникового покрова.

Зона Среднего и Южного Урала рассматривается в границах аналогичной ей зоны, выделенной при изучении условий локализации песчано-гравийных отложений. Являясь перигляциальной по отношению к возникавшим к северу и северо-западу мощным ледниковым покровам, эта зона имеет те же генетические типы месторождений песка, что и для гравия. В приведенной ниже таблице для территориальных подразделений приводятся наиболее крупные представители характерных генотипов залежей (табл. 18).

Крупнейшие месторождения встречены в Куйбышевской (Пискалинское) и Пермской (Соликамское и Закамское) областях. Объем горной массы их составляет соответственно 80,6, 51,3 и 19,6 млн. м<sup>3</sup>. Наиболее крупные залежи локализуются в древнеаллювиальных отложениях. Однако разведенных месторождений песка в этой зоне значительно меньше, чем месторождений гравия. Промышленные месторождения строительных песков локализованы на севере зоны, преимущественно в долине р. Камы, в ее I и II надпойменных террасах, в I надпойменной террасе р. Лозьвы, в древнем аллювии рек Чусовой и Ижи. В Башкирии месторождения локализованы в современном руслом и пойменном аллювии рек Уфы и ее I надпойменной террасе. Большая часть песков выявлена в I надпойменной террасе р. Белой. В Куйбышевской области единственное аллювиальное месторождение локализовано в древней террасе р. Волги. Песчаные промышленные месторождения в Актюбинской и Челябинской областях четвертичного возраста довольно редки. Одно из месторождений этой зоны — Сызранское (Куйбышевская область) — отнесено к элювиально-делювиальному типу.

Таблица 18

Основные генотипы месторождений песка территории юго-востока европейской части СССР, Среднего и Южного Урала, Кавказа

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использования		Генотип — аллювиальный
			цементобетон	силикокальцит	
Зона Среднего и Южного Урала					
Пермская область (7)	Соликамское Закамское	51,3 19,6	+	+	+
Удмуртская АССР (3)	Чуровское Сельчика IV	5,8 4,1	+	+	+
Башкирская АССР (16)	Кинешкинское Кляшевское Старница Татарское Сасыкуль	12,9 8,7 4,0	+	+	+
Татарская АССР (2)	Юдинское	9,5	+	+	
Оренбургская область (4)	Соль-Илецкое	10,0	+	+	
Куйбышевская область (2)	Пискалинское	80,6	+	+	
Уральская область (2)	Белая Горка Чаганское	6,2 1,5	+	+	Морской
Актюбинская область (1)	Карагалинское	2,1	+	+	+
Свердловская область (2)	Першинское Кремлевское	1,4 17,3	+	+	+
Кустанайская область (5)	Алексеевское	11,3	+		+
Челябинская область (3)	Муслюмовское	1,6	+		Аллювий
Курганская область (3)	Рябковское Чусовское	20,9 2,1	+	+	Озерно-аллювиальный

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использования		Генотип — аллюиальный
			Цементобетон	Силикокальцит	
					Древний
					современный

## Зона Кавказа

Армянская ССР (2)	Эчмиадзинское	0,5	+		Озерный
Чечено-Ингушская АССР (1)	Червинское	7,2	+		+
Северо-Осетинская АССР (1)	Каптышевское	42,9	+		+
Кабардино-Балкарская АССР (1)	Ново-Прохладненское	4,3	+		+
Дагестанская АССР (1)	Южно-Сухокумское	1,6		+	+
Краснодарский край (1)	Кропоткинское	13,5		+	+
Ставропольский край (2)	Михайловское Отказаненское	3,0 1,8	+	+	+
Азербайджанская ССР (3)	Шихлярское	5,9	+		Морской

## Внеледниковая зона

Марийская АССР (2)	Кундышское	9,0		+	+
Чувашская АССР (2)	Ново-Чебоксарское	16,1		+	+
Ульяновская область (4)	Мелекесское Баратаевское	9,3 7,1	+	+	+
Ростовская область (10)	Донское Раздорское II	12,6 2,6	+		+
Астраханская область (3)	Стрелецкое	10,5		+	Морской

**Зона Кавказа.** Промышленные месторождения четвертичных песков в пределах каждого административного подразделения этой зоны единичны, а в Грузинской ССР они отсутствуют. Выявленные месторождения песка представлены в основном двумя генетическими типами — аллювиальным и морским. Аллювиальные месторождения локализованы в первых надпойменных террасах рек Баксан, Кума, Залка, Терек и во вторых надпойменных террасах рек Кубани и Терека. Среди этих залежей есть довольно крупные, в частности в Северо-Осетинской АССР находится крупнейшее месторождение зоны с запасами 42,9 млн. м<sup>3</sup>, приуроченное к древнему аллювию Кубани. В Азербайджанской ССР все три балансовых месторождения песка приурочены к современным морским отложениям Каспия. В Дагестанской АССР разведано небольшое эоловое месторождение (запасы 1,6 млн. м<sup>3</sup>), возникшее на нижнехвальныхских отложениях. В Армянской ССР для небольшого Эчмиадзинского месторождения песка генезис установлен как озерный.

В табл. 18 приводятся краткие данные по месторождениям четвертичных песков зоны Кавказа. Отметим, что в балансе запасов песков по Армянской ССР числится ряд месторождений четвертичных туфов вулканического происхождения, используемых здесь как пески в строительных целях. Используются также пески-отсевы от песчано-гравийного материала. Кроме того, довольно широко в этой зоне применяются дочетвертичные пески (преимущественно неогеновые), особенно крупные месторождения которых разведаны в Грузинской ССР. Имеются они в Ставропольском крае и в виде единичных залежей в Дагестанской АССР, Северо-Осетинской АССР и Краснодарском крае.

При необходимости увеличения в этой зоне количества месторождений четвертичных песков интерес должны представить морские пески побережий Каспийского и Черного морей, озерные пески оз. Севан, речные пески на площадях межгорных долин и на предгорных равнинах, т. е. там, где наиболее вероятно раздельное накопление в руслах песков и песчано-гравийного материала. Ограниченный интерес могут представить и пески эолового происхождения на севере Дагестанской АССР и северо-востоке Чечено-Ингушской АССР.

**Внеледниковая зона.** Вдоль внешнего края границы распространения максимального ледникового покрова площадь, ограниченная с юга зоной Кавказа и с востока зоной Среднего и Южного Урала, включает территориальные подразделения: Марийскую АССР, Чувашскую АССР, Ульяновскую, Саратовскую, Волгоградскую, Ростовскую, Астраханскую области и Калмыцкую АССР. Сюда отнесена и юго-восточная часть Кировской области. При изучении условий локализации песчано-гравийного материала вся эта территория в силу своих геоло-

гических обязанностей не была признана перспективной для выявления промышленных скоплений гравия (хотя и отмечалось его наличие в основании древнеаллювиальных образований). Существующие месторождения песков сформировались за счет сноса материала из соответствующих областей: на правобережье Волги — с территории развития покровных оледенений, на левобережье Волги — с Урала и в Предкавказье — из Кавказской горной зоны. Для этой же внедедниковой территории имеет большое значение и местный источник — пески и рыхлые песчаники из дочетвертичных образований (неоген, палеоген, мел).

Увеличение количества четвертичных месторождений песка возможно за счет аллювия р. Волги и ее притоков, а также за счет разведки морских песчаных отложений. Месторождения этого генезиса известны в Астраханской области (Стрелецкое с запасами 10,5 млн. м<sup>3</sup>).

#### ТЕРРИТОРИЯ СРЕДНЕЙ АЗИИ И КАЗАХСТАНА

В пределах этой территории при рассмотрении условий локализации песчано-гравийного материала выделяются зоны Закаспийская, Памира и Тянь-Шаня, Казахского мелкосопочника. Эти зоны, в том числе и ранее рассмотренная Уральская, окаймляют обширную Туранскую низменность и включают пустыни Кызылкум и Каракум. Эти различные в геологическом и орографическом отношении площади характеризуются следующими генотипами промышленных месторождений строительных песков.

**Закаспийская зона.** Разведанные месторождения строительных песков выявлены здесь в Туркменской ССР, и располагаются они вблизи крупных населенных пунктов. В генетическом отношении — это морские современные (Чимкенское месторождение) и верхнеплойстоценовые (Небитдагское) отложения, или эоловые, особенно интенсивно развитые на границе зоны с пустынными областями. Имеются смешанные эоловоморские генерации, в частности Карагельское месторождение, образовавшееся за счет перевевания песков морского генезиса (песчаная коса на п-ове Челекен).

Крупнейшее месторождение зоны (Чарджоуское) имеет эоловый генезис, объем запасов его составляет 14,2 млн. м<sup>3</sup>. Все месторождения песка здесь разведывались как сырье для силикатных изделий.

Промышленные месторождения четвертичных песков северной части зоны (район Мангышлака) в генетическом отношении могут быть также эолового и морского происхождения.

**Зона Памира и Тянь-Шаня.** В этой зоне располагаются союзные республики — Киргизская и Таджикская, а также

горные области Узбекской и Казахской ССР. На территории Казахстана, входящей в эту зону, имеется 11 месторождений строительного песка, представленных в основном двумя (аллювиальным и эоловым) генотипами. Одно из крупнейших здесь Ворошиловское месторождение Джамбулской области, имеющее объем горной массы 44 млн. м<sup>3</sup>, представлено среднечетвертичными аллювиальными образованиями. Древнеаллювиальное Чиликемирское месторождение Алма-Атинской области, пески которого пригодны для использования в бетоне, имеет еще большие запасы — 53 млн. м<sup>3</sup>. Остальные залежи более мелкие, достигающие в отдельных случаях 7—16 млн. м<sup>3</sup>. Для областей горного Узбекистана, где имеются крупнейшие на данной территории месторождения песчано-гравийного материала аллювиального происхождения, характерны месторождения песков этого же генезиса. Размеры разведанных залежей невелики — до 5 млн. м<sup>3</sup>. Крупное месторождение (Илансайское) имеется лишь в Самаркандской области. Объем горной массы его составляет 32,2 млн. м<sup>3</sup>. В Ферганской области месторождения песков генетически отнесены к эоловым образованиям, в том числе и возникшие за счет ветровой переработки песков II надпойменной террасы р. Сырдарьи. Месторождения эолового происхождения по размерам не уступают аллювиальным, образуя довольно крупные залежи, например Владыкинское с объемом горной массы 19,8 млн. м<sup>3</sup> (табл. 19). В некоторых областях Узбекистана промышленные месторождения четвертичных песков не выявлены, в частности в Андижанской, Кашкадарьинской и Сырдарьинской.

В Киргизской ССР имеется несколько промышленных месторождений песка, представленных в основном древним аллювием р. Чу, в том числе Ивановское II с объемом горной массы 55,6 млн. м<sup>3</sup>.

Для рассматриваемой зоны характерны два генетических типа месторождений — аллювиальный, в основном верхнеплейстоценовый, и эоловый — продукт переотложения аллювиальных песков. В этой зоне развиты крупные и с большим содержанием гравия песчано-гравийные образования аллювиального происхождения, приуроченные к долинам горных рек. Пески в этих же реках могут быть выявлены в низовьях, т. е. там, где их аллювий освобождается от гравийных включений. Здесь же приобретают практическое значение и эоловые отложения песков, тяготеющие к берегам озер.

Зона Казахского мелкосопочника. Отложения четвертичных песков приурочены в основном к аллювию, преимущественно к древнему. Они встречаются по тем же рекам, что и песчано-гравийные залежи. Могут иметь место здесь и эоловые пески, локализующиеся на поверхности древних террасовых образований крупных рек (Семипалатинское 2) или озер.

Таблица 19

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использо- вания			Генотип		
			цементобетон (строитель- ные растворы)	силикокаль- цит	древний	современный	морской	золотый
<b>Закаспийская зона</b>								
Туркменская ССР (6)	Чарджоуское	14,2		+				+
	Небитдагское	7,3		+				
	Ашхабадское	12,1		+			+	
	Челекенское	3,4		+			+	
<b>Зона Памира и Тянь-Шаня</b>								
Талды-Курганская область (1)	Каратальское II	5,1		+				+
Алма-Атинская область (6)	Чиликемирское	53,0	+		+			
	Николаевское	16,0		+				+
Джамбулская об- ласть (3)	Ворошиловское	44,0	+					
	Ассынское	7,9		+	+			
Чимкентская об- ласть (1)	Арысское I	6,3	+					+
Киргизская ССР (5)	Ивановское II	55,6		+				
	Ивановское III	2,1	+		+			
Таджикская ССР								
Узбекская ССР (9) Ферганская область (4)	Владыкинское	19,8		+				
	Язъян	4,5		+				+
Сырдарьинская (1)	Гулистан	0,4		+	+			
Сурхандарьинская область (2)	Джаркурганское	5,8		+			+	
	Терmezское	1,1	+		+		+	
Самаркандская область (2)	Илансайское	32,2	+			+		
<b>Зона Казахского мелкосопочника</b>								
Казахская ССР Кокчетавская об- ласть (3)	Октябрьское	66,4	+			+		
	Озерное	6,6	+			1 Аллювий — делювий?		

Продолжение табл. 19

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область использо- вания			Генотип		
			цементобетон (строитель- ные растворы)	силикокаль- цит	древний	современный	морской	золотый
<b>Целиноградская область (3)</b>								
	Акмолинское II	7,8			+	+	+	
	Магдалинское 2	2,1						
<b>Павлодарская область (9)</b>								
	Павлодарское	11,4	+					
	Южное							
	Спутник	60,0	+					
	Баян-Аульское	3,8	+					
<b>Карагандинская область</b>								
	Каркаралинское	14,8			+	+	+	
	Кзыл-Жар II	27,0			+			
	Жартасское	5,8			+	+	+	
<b>Семипалатинская область (3)</b>								
	Семипалатинское 1	5,8			+	+	+	
	Семипалатинское 2	8,0			+			
<b>Восточно-Казах- станская область (4)</b>								
	Ильменитовая Рос- сыль	54,4	+					+
	Первомайское	4,9	+					
<b>Центральная зона</b>								
Узбекская ССР Кара-Калпакская АССР (2)	Табакумское	12,1		+				+
	Кызылту	4,8		+				
Хорезмская область (1)	Каракумское	9,8		+				+
Казахская ССР Кзыл-Ординская область (3)	Тасбуgetское	49,8		+				+
	Кзыл-Ординское	6,3		+				
Гурьевская область (4)	Участок Сагиз	3,2	+					
	Макат	19,7	+					
	Ералиевское	0,1	+					

Крупнейшие месторождения зоны: Октябрьское (Кокчетавская область — 66,4 млн. м<sup>3</sup>) и Спутник (Павлодарская область — 60 млн. м<sup>3</sup>) приурочены к древнему аллювию, а Ильменитовая россыпь (Восточно-Казахстанская область — 54,4 млн. м<sup>3</sup> горной массы) эолового происхождения. Остальные месторождения, за редким исключением, не превышают 5—7 млн. м<sup>3</sup>.

Для дальнейшего изучения могут представлять интерес надпойменные террасы Иртыша, Бухтармы, Тихой, Убы, Ульбы, Шидерты, Ащису, Нуры, Сарысу, Атасу, Ишима и др., а также русловые пески, террасы оз. Зайсан и эоловые отложения долины р. Иртыша.

Центральная зона включает площади Туранской низменности с пустынями Каракум и Кызылкум и восток Прикаспийской низменности. В административном отношении сюда входят центральная часть Туркменской ССР, западная часть Узбекской ССР, запад и приаральская часть Казахстана. Небольшое количество имеющихся здесь четвертичных месторождений песка, разведенных для силикатных изделий, имеет эоловое происхождение. Крупнейшее из них Тасбуgetское (Кызылординская область Казахской ССР) имеет объем горной массы 49,8 млн. м<sup>3</sup>. Обычный объем залежи составляет 5—10 млн. м<sup>3</sup>, имеются и более мелкие месторождения. Единичные месторождения песка эолового генезиса встречаются в Кара-Калпакской АССР и в Хорезмской области Узбекистана.

На принадлежащей к Казахстану части этой зоны месторождения песка разведаны и в Гурьевской области. Здесь кроме месторождений песка эолового происхождения имеются аллювиальные, из которых месторождение Макат имеет объем горной массы 19,7 млн. м<sup>3</sup>.

Для рассматриваемой зоны характерно довольно широкое развитие песчаных отложений, образование которых связано: 1) с деятельностью таких крупных рек, как Амударья (выносившей мелкообломочный материал из горных зон), в нижнем и среднем плейстоцене впадавшей в Каспийское море, а в верхнем плейстоцене повернувшей на северо-запад, в Аральское море, 2) с существованием больших площадей распространения песчаных образований неогена.

В республиках Средней Азии известен целый ряд месторождений песка дочетвертичного возраста, в основном неогенового и палеогенового. Они предназначены преимущественно для целей изготовления стеновых силикатных изделий и в меньшей степени — для производства бетона и строительных растворов. Для строительных целей используются также пески-отсевы от песчано-гравийного материала месторождений, широко распространенных на территории горных зон.

При рассмотрении песчано-гравийных отложений здесь выделены зоны Алтая и Западно-Сибирской равнины. Юг Западно-Сибирской равнины (Ишимская и Васюганская равнины), не имеющий геологических предпосылок для выявления гравия, находится в более благоприятном положении в отношении песчаных отложений. Однако отмечается их узкая локализация в пределах долин крупных рек, таких, как Тобол, Ишим, Иртыш и Обь. Мелкие реки, довольно многочисленные в Барабинской низменности, в том числе р. Омь в ее среднем и верхнем течении, не формировали песчаных отложений промышленного типа. Долины весьма слабо выражены в рельефе; отложения, слагающие борта долин, имеют глинистый состав. Иными словами, здесь отсутствует местный источник песчаных фракций. Следовательно, для зоны юга Западной Сибири, как источника получения песка промышленного значения, могут представлять интерес лишь долины рек транзитного характера.

На юге Западной Сибири имеется большое число озер, в том числе крупных: Шаглытенис, Тенис, Эбейты, Чаны, Сортлан, Убинское и т. д. Небольшие скопления песчаного материала озерного происхождения тяготеют к береговой зоне озер, однако промышленные месторождения этого генезиса неизвестны. Пески образуются за счет абразионного размыва песчано-глинистых пород береговой полосы, в результате чего глинистая составляющая выносится в озеро, а песчаная — остается в пределах пляжа.

Промышленные месторождения зоны юга Западной Сибири известны в Омской области, где они локализованы в русловом аллювии р. Иртыша. Здесь изучению подверглась долина на участке от пос. Черлак до Омска и далее к северо-западу. На протяжении более 150 км выявлены залежи песка, прослеживающиеся по руслу. Наиболее крупным является месторождение Захламинское с объемом горной массы 11,2 млн. м<sup>3</sup>.

Пески из аллювия р. Иртыша в районе Омска вполне пригодны по своему гранулометрическому составу для строительных растворов и изготовления силикатных изделий. Они являются в основной своей массе средне- и мелкозернистыми. Встречающиеся более крупные их разности пригодны и для производства бетона. К примеру, месторождение Черлакское, расположенное недалеко от Омска (примерно в 150 км) и имеющее объем запасов песков 4,1 м<sup>3</sup>, признано пригодным для этих целей.

В Северо-Казахстанской области четвертичные пески встречены лишь в долине р. Ишими, не считая тех мелких залежей, которые могут быть обнаружены в пляжевой зоне распространенных здесь озер. Единственное промышленное месторождение Боголюбовское с запасами горной массы 10 млн. м<sup>3</sup> локализо-

вано в надпойменной террасе. Источником строительных песков может явиться и современный аллювий р. Ишима.

Курганская область, за исключением ее северо-западной части, также входит в рассматриваемую зону. Четвертичные пески представлены тремя месторождениями, в том числе одним древнеаллювиальным, локализованным в долине р. Миаса, и двумя озерного и озерно-аллювиального происхождения. Наиболее крупная из залежей — аллювиальная, имеет объем запасов горной массы 20,9 млн. м<sup>3</sup> (табл. 20).

Таблица 20

Основные генотипы месторождений песка территории Западной Сибири и Алтая

Территория (число месторождений)	Месторождение	Объем горной массы, м <sup>3</sup>	Область применения		Генотип — аллювиальный	
			цементо- бетон	силикат	древний	современ- ный
<b>Зона Западно-Сибирской равнины</b>						
Тюменская область (5)	Тюменское Чернореченское	10,9 16,9	+	+	+	+
Омская область (4)	Захламинское Черлакское	11,2 4,1	+	+		+
Курганская область (2)	Рябковское Чусовское	20,9 2,1		+	+	Озерно-ал- лювиальный
Северо-Казахстан- ская область (1)	Боголюбовское	10,0	+		+	
<b>Зона Алтая</b>						
Новосибирская область (8)	Криводановское Северо-Благовещенское Кудряшовская Пойма	15,4 15,9 14,8	+	+	+	Эоловый +
Томская область (4)	Тахтамышевское Вознесенское	8,3 6,0	+		+	+
Алтайский край (10)	Вихоревское Ново-Михайловское	7,8 3,7	+		+	+

Не исключена возможность выявления месторождений четвертичных песков в древней долине р. Исеть, в пределах которой на северо-востоке области локализовались и песчано-гравийные отложения.

Зона Алтая имеет месторождения песка того же генетического типа, который был отмечен и для месторождений гравия. Эти месторождения тяготеют к долинам рек, берущих свое начало в горных районах.

Промышленные месторождения песков в Новосибирской области наблюдаются в долине Оби, где они локализуются в древнем аллювии, в пределах I и II надпойменных террас, а также в современном аллювии. Размеры залежей достигают 15 млн. м<sup>3</sup> горной массы. Здесь же встречено довольно крупное по масштабам месторождение эоловых песков — Северо-Благовещенское (объем горной массы 15,9 млн. м<sup>3</sup>). Залежи песков известны также в долинах рек Ини и Берди.

В Томской области месторождения песков выявлены в долинах рек Томь, Яя, Чулым (в первых двух — в надпойменных террасах и в пойме р. Чулым). В Алтайском крае месторождения встречены в долинах рек Бия, Катунь, Алей, Обь, Пивоваровка, где они локализованы в надпойменных террасах. В Кемеровской области, где разведаны многочисленные и довольно крупные месторождения песчано-гравийного материала, четвертичных месторождений песка на балансе не числится.

В пределах выделенной нами ранее зоны материковых оледенений Западной Сибири, в которую входит собственно северная половина Западно-Сибирской равнины, месторождения песков промышленного характера могут быть выявлены в аллювии р. Оби и ее западных притоков — Северной Сосьвы, Ляпины, Сыни, в реках Таз, Нур, Иртыш. В этом отношении представляет интерес полоса флювиогляциальных отложений, тяготеющая к краевым зонам максимального оледенения — Самаровскому и Тазовско-Санчуговскому (аналогам днепровского и московского оледенений Восточно-Европейской равнины).

В пределах рассматриваемой территории местами довольно большое значение приобретают пески дочетвертичные, в частности в Курганской и Северо-Казахстанской областях, где они являются основными объектами эксплуатации. В Курганской области это пески палеогена, в Северо-Казахстанской — неогена. Единственное месторождение песков для бетона в Кемеровской области относится к мезозою (меловые отложения), в Томской области перспективны палеогеновые пески.

#### ТЕРРИТОРИЯ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

В пределах рассматриваемой территории промышленные месторождения (всего около 40) песков представлены в основном теми же генетическими типами, что и рассмотренные ранее гравийно-песчаные залежи (табл. 21).

Крупнейшее месторождение этой территории разведано в Иркутской области, где оно локализовано в пределах I и II надпойменных террас р. Топорок. Объем запасов горной массы

Таблица 21

## Основные генотипы месторождений песка территории Восточной Сибири и Дальнего Востока

Территория (число месторож- дений)	Месторождение	Объем горной массы, млн. м <sup>3</sup>	Область применения		Генотип		
			цементо- бетон	силико- кальцит	аллювиальный		морской
					древний	современный	
Якутская АССР (4)	Бестяхское Якутское	2,6 0,6	+	+	+	+	
Бурятская АССР (2)	Заводское	12,8		+	+	+	
Читинская область (8)	Засопочное Чарское Читинское	8,2 6,0 4,6	+	Флювиогляциальный + Озерный			
Амурская область (2)	Астрахановское	0,5		+		+	
Магаданская область (3)	Роутанское Дебинское	0,5 0,1	+			+	+
Хабаровский край (2)	Дежневское Хабаровское	8,6 7,0	+	+		+	+
Приморский край (4)	Раздольненское Бухта Ланчасы	8,4 0,8	+		+		+
Сахалинская область (4)	Пионерское Красногорское	7,4 3,7	+				+
Красноярский край (7)	Шушенское Усть-Кемское Кордан	18,4 7,9 1,0	+		+	+	+
Тувинская АССР (5)	Шагонарское Кызыльское 3	11,0 1,8	+	+	+	Эоловый	
Иркутская область (7)	Средне-Топорокское Чунское	173,2 3,7	+	+	+	+	+

составляет 173,2 млн. м<sup>3</sup>, месторождение прослеживается на протяжении 40 км по долине реки. Наиболее крупные залежи достигают объема 8—12 млн. м<sup>3</sup>.

Месторождения этой территории генетически являются в основном аллювиальными, единичные залежи флювиогляциального генезиса встречены в Читинской и Якутской областях.

Вдоль побережья океана, на территории Магаданской и Сахалинской областей, в Хабаровском и Приморском краях разведаны месторождения, связанные с морскими отложениями пляжей и прибрежных террас. Крупнейшие из них достигают объема 7 млн. м<sup>3</sup> горной массы.

В Тувинской АССР разведанные месторождения песков в большинстве своем эолового происхождения. Они возникли, как правило, за счет перевевания древнеаллювиальных песков в долинах крупных рек. Крупнейшее из них — Шагонарское, имеющее объем запасов горной массы 11 млн. м<sup>3</sup>, тяготеет к долине р. Енисея.

На рассматриваемой территории дефицит безгравийных песков ликвидируется за счет разведки месторождений четвертичного возраста, преимущественно третичных (неогеновых в Якутии, неогеновых и палеогеновых в Амурской области). В Иркутской области и Красноярском крае разведанные месторождения песков относятся к мезозою (юра и мел).

Из всего вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

Выделенные нами при рассмотрении генетических типов песчано-гравийных залежей зоны их локализации в основном наследованы и песками. Однако внешние границы зон песков расширились в основном за счет большей дальности переноса их реками равнинных областей. Например, зона распространения четвертичных месторождений песка на Восточно-Европейской равнине, как и месторождений гравия, нами выделена в контуре максимального днепровского оледенения. Однако если распространение месторождений гравия четко ограничивалось этим контуром (причем основная масса промышленных залежей вообще не выходила за контуры распространения московского ледникового покрова), такой четкой закономерности для месторождений песка не устанавливается. Ледниковые отложения для указанной зоны являются в общем единственным источником поступления гравия во все генетические типы отложений, в том числе и в аллювиальные. На юге Восточно-Европейской равнины крупные реки и их притоки имели и другой источник поступления в аллювий песчаного материала — из отложений неогена, палеогена и мела.

В пределах первой подзоны наиболее крупные залежи песков связаны с надморенными флювиогляциальными образованиями и достигают объема 60—80 млн. м<sup>3</sup> горной массы.

Во второй подзоне, там, где преобладают межморенные гравийные месторождения, песчаные залежи этого типа не имеют ведущего промышленного значения. Невелики и их размеры, объем горной массы не превышает 5—8 млн. м<sup>3</sup>. Надморенные флювиогляциальные пески образуют и в этой подзоне наиболее крупные месторождения. Однако главным промышленно-генетическим типом здесь являются аллювиальные месторождения, достигающие объема 20—30 млн. м<sup>3</sup> горной массы. Известна залежь объемом 73 млн. м<sup>3</sup>. Меньшая значимость в этой подзоне межморенных отложений (по сравнению с гравийными залежами), по-видимому, не столько в том, что отсутствуют геологические предпосылки их выявления, сколько в большей рентабельности эксплуатации аллювиальных пород.

В третьей подзоне месторождения флювиогляциального генезиса единичны. Отдельные месторождения достигают объемов 10—20 млн. м<sup>3</sup>, а единичные даже 35 млн. м<sup>3</sup>.

В пределах рассмотренной зоны встречены новые (по сравнению с месторождениями гравия) генетические типы песков — озерно-ледниковый и эоловый; выявлены также месторождения смешанного типа — аллювиально-эоловые и озерно-аллювиальные.

В пределах горных зон пески аккумулируются лишь по их внешнему обрамлению. Генетически они связаны с теми же типами отложений, что и гравий, — с аллювиальными, озерными, морскими и значительно реже с эоловыми и флювиогляциальными.

На равнинах юга европейской части СССР, Западной Сибири и Средней Азии основной тип песчаных месторождений четвертичного возраста — аллювиальный, а в приморских районах — морской. Особенно в Средней Азии распространен эоловый тип месторождений, обязанный своему возникновению ветровой переработке четвертичных речных, озерных и морских песчаных отложений, а на отдельных площадях — и более древних, третичных пород.

Для территории Восточной Сибири и Дальнего Востока основной генетический тип — аллювиальный, а в приморских районах соответственно дополняющийся морским генезисом. Флювиогляциальные отложения песков можно ожидать на водораздельных пространствах Средне-Сибирского плоскогорья. Большое значение, а местами ведущее, приобретают для строительной индустрии месторождения дочетвертичных песков.

## ФОРМИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕСКА И ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОГО МАТЕРИАЛА В ПЛЕЙСТОЦЕНЕ

В процессе анализа многочисленного материала, освещавшего условия формирования интересующих нас песчано-гравийных залежей, приходилось сталкиваться с целым рядом неточностей, сопровождающих определение генезиса месторождений. Эта деталь, кажущаяся несущественной, может привести к серьезным последствиям. Полевому геологу до выхода в поле необходимо четко представлять, где и с какими геологическими типами месторождений он может встретиться, какого масштаба могут быть эти залежи, какая должна быть применена сеть поисковых и разведочных выработок и как в пределах площади залежи должна быть ориентирована эта сеть выработок. Правильное установление типа залежи и ее масштабов определяет в конечном итоге не только экономическую эффективность полевых работ. Четкое представление условий локализации отложений определяет в дальнейшем правильный выбор методики полевых работ, составления карт прогноза и т. д. Например, впервые выявленное на какой-то территории подморенное гравийное месторождение (если полевой геолог смог определить особенности его залегания в общем стратиграфическом разрезе) может дать новое направление поисковым работам. В противном случае, приняв это подморенное месторождение за обычное флювиогляциальное, наложенное на морену, можно направить дальнейшие поиски по ложному пути и, вопреки геологическим возможностям изучаемой территории, привести их к отрицательному результату.

Встреченные нами «неточности» определения генотипов можно обобщить в следующие группы:

1. Генотип месторождения не охарактеризован. В этом случае сообщается, что «месторождение приурочено к возвышенности» или «месторождение представляет собой пластообразную залежь».

2. Генотип месторождения определен недостаточно полно. Имеются данные о том, что месторождение приурочено к аллювиальным или древнеаллювиальным отложениям, без дальнейшей расшифровки, является ли оно русловым или пойменным образованием или отложением I и II надпойменных террас.

3. Генотип с геологических позиций невозможен. Например, нередко для флювиогляциальных месторождений типа кам., оз.

или зандр, локализованных в зоне конечноморенных образований, определяется генотип как конечноморенный или моренный.

В дальнейшем рассмотрение вопросов поисков и разведки месторождений гравия и песка будет увязываться с конкретными их геологическими типами. В целях единого восприятия излагаемого материала, в том числе единого понимания того или иного генотипа, целесообразно предварительно проследить пути формирования залежей.

Предлагается рассмотреть условия формирования месторождений гравия и песка в общем цикле формирования некоторых типов четвертичных отложений. В связи с тем, что в этом процессе немалое значение принадлежит деятельности ранее существовавших материковых и горных ледников, кратко остановимся на характере их деятельности.

#### ЦИКЛИЧНОСТЬ ОЛЕДЕНЕНИЯ

Максимальные оледенения материков, охватившие преимущественно Северное полушарие, в том числе Европу, Сибирь и Америку, по данным И. А. Суэтовой и Р. Ф. Флинта, имели общую площадь 45 млн. км<sup>2</sup>, что составляло 30% всей площади суши. Европейский ледниковый щит имел в пределах ледораздела максимальную мощность до 2,5 км, а американский — до 3,5 км.

По данным К. К. Маркова, интенсивность древнего оледенения, т. е. отношение объема льда к его площади, составляла в пределах: Европейского ледникового щита — 1,32, Урало-Сибирского ледникового покрова — 0,36, Северной Америки — 1,50. Объем льда в контуре Европейского ледникового щита, по данным И. А. Суэтовой, достигал 7,6 млн. км<sup>3</sup>, а Урало-Сибирского — 0,7 млн. км<sup>3</sup>. Общий объем льдов древнего оледенения, включая ледниковые щиты Северной Америки (23,87 млн. км<sup>3</sup>), Антарктиды (23,90 млн. км<sup>3</sup>) и подземное оледенение (0,84 млн. км<sup>3</sup>), равен 55,84 млн. км<sup>3</sup>.

По данным В. М. Котлякова, современные ледники, имеющие объем 24—27 млн. км<sup>3</sup>, содержат до 2% всей воды земного шара, общий объем которой определен в 1360 млн. км<sup>3</sup>. Если эти льды растопить, уровень Мирового океана повысится на 64 м, в результате чего будет затоплено 15 млн. км<sup>2</sup> равнинной территории.

В период максимального оледенения объем льдов более чем в два раза превышал современный и составлял, как мы уже отмечали, 55,84 млн. км<sup>3</sup>. Формирование таких огромных масс льда происходило за счет «перекачивания» воды из океана на суши. Соответственно в Мировом океане понижалась береговая линия, обнажалось мелководье шельфа. К. К. Марков [10] приводит результаты новейших расчетов, в соответствии с которыми в эпоху максимальной гидрократической регрессии уровень

океана понизился на 101 м. За счет этого в плеистоцене в период максимального оледенения (за исключением Антарктиды) все материки соединились в единый Евразиатско-Африкано-Австралийско-Американский материковый блок.

В изменении уровня Мирового океана участвовала та масса материковых льдов, которая формировалась в пределах Северного полушария и объем которой в сумме с антарктическими льдами составлял 55,84 млн. км<sup>3</sup>. Как известно, фактическая высота четвертичных морских террас во много раз превышает указанную цифру. Это объясняется изменением емкости океана, происходящим в результате тектонической деятельности. В этом случае углубление отдельных участков океана увеличивает его емкость и соответственно снижает положение береговой линии. В конечном итоге положение береговой линии Мирового океана определялось двумя факторами: изменением количества воды и емкости океана. Изменения носили глобальный характер, чем и объясняется совпадение на различных побережьях земного шара высоты одновозрастных террас (табл. 22).

Таблица 22  
Высота террас различных побережий (м)

Атлантические берега южной оконечности Южной Америки	Море		
	Средиземное	Черное	Каспийское
170—186	170	160	180—210
115—140	100—130	90—100	100—130
45—95	50—60	50—60	50—60
15—42	30—35	30—40	39—45
15—30	16—26	18—20	16—26
8—12	5—10	—	—

Для севера Западно-Сибирской низменности Г. У. Линдберг приводит следующие террасовые уровни: 180—220; 80—120; 30—45; 18—25; 8—14 м [8]. На фоне общей закономерности, заключающейся в сопоставлении одновозрастных террас различных побережий и районов земного шара (в том числе Сахалина, Японии и Алеутских островов), весьма резко выделяются такие тектонически активные территории, как Камчатка, Новая Земля, Кольский полуостров и т. д. Например, на Камчатке древнечетвертичные морские террасы достигают высоты +500+700 м и более. На Новой Земле только верхнечетвертичные террасы имеют отметки +200 м, что более чем на 150 м превышает уровень соответствующих террас на относительно стабильных участках побережий. Учитывая, что и Кольский полуостров, и Новая Земля в процессе возникновения ледниковых покровов испытывали значительную вертикальную нагрузку, их

тектоническая активность является, по-видимому, не только проявлением эндогенных процессов, но и связана с переходом в состояние изостатического равновесия после снятия нагрузки.

Промышленные залежи песчано-гравийного материала в четвертичный период на равнинной территории возникли за счет деятельности материковых ледников, осуществлявших не только разрушение встречавшихся на пути их продвижения горных пород, но и перенос продуктов разрушения — валунов и гравия. В горных зонах оледенения не играли решающей роли в формировании интересующих нас в первую очередь валунно-гравийных и песчано-гравийных месторождений, хотя, несомненно, усиливали этот процесс. В этих зонах вынос обломочного материала в долины, межгорные впадины и предгорья мог осуществляться селями, временными и постоянными речными потоками и ледниками. Однако и в горных зонах, и на равнинах главным и непременным условием формирования кондиционного валунно-гравийного или песчано-гравийного месторождения является участие водной среды, что в конечном итоге и определяет собой генезис месторождений.

На рассматриваемой территории четвертичный период представлял собой чередование климатических минимумов и максимумов, определивших общий ход геологического ее развития — появление и исчезновение ледниковых покровов, регрессии и трансгрессии морей и внутренних водных бассейнов. Стратиграфическая схема четвертичных отложений базируется на периодах существования ледников, причем выделяются: а) ледниковый период — от начала развития ледника до его максимальной фазы распространения и начала интенсивного таяния и сокращения; б) позднеледниковый период — от начала сокращения площади ледника до полного его ставивания; в) межледниковый — от исчезновения одного ледника до возникновения другого.

Для каждого из этих периодов характерна не только своя климатическая обстановка, но и определенный комплекс отложений.

#### ПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕСКА И ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОГО МАТЕРИАЛА

**Формирование гравийных и песчаных отложений в общем цикле развития материковых ледниковых покровов.** Ранее уже обращалось внимание на тот факт, что гравийные залежи территории Восточно-Европейской равнины прямо или косвенно обязаны своим возникновением ледникам. Рассмотрим схематически, на каких этапах развития ледника шло формирование интересующих нас отложений.

Начало ледникового периода в климатическом отношении проявлялось в общем постепенном похолодании и расширении

площадей со среднегодовой минусовой температурой, где в виде снега накапливались атмосферные осадки, преобразовывающиеся вначале в фирн, а затем в лед. Таким образом накапливались мощные толщи льда, в которых нижние слои, находясь под давлением вышележащих, приобретали пластичность, в связи с чем массы льда приходили в движение и распространялись из центров оледенения в более низкие широты. Мощные толщи льда не только создавали давление на нижележащие породы, в результате чего значительные участки земной коры прогибались и опускались и тем сильнее, чем ближе к центрам оледенения (статическое воздействие — по вертикали к земной поверхности), но и производили динамическое (по горизонтали к земной поверхности) воздействие. Выстилающие ледниковое ложе породы под действием нагрузок и экзарации разрушались и перемещались на значительные расстояния от мест коренного залегания.

В процессе разрушения пород под действием ледника быстрее и полнее разрушались слабопрочные образования — мергели, песчано-глинистые сланцы, известняки, большая часть которых переходила в мелкозем морены. Кварциты, граниты, гнейсы, окремнелые известняки подвергались разрушению в значительно меньшей степени, в связи с чем в зоне преимущественного развития высокопрочных пород (Кольский полуостров) механический состав морены имеет более грубый хрящево-щебенистый состав.

Наибольшая мощность моренных отложений наблюдается вдоль передней границы ледника. Здесь перед передним краем льда во время его стабилизации формировалась так называемая конечная морена (рис. 2).

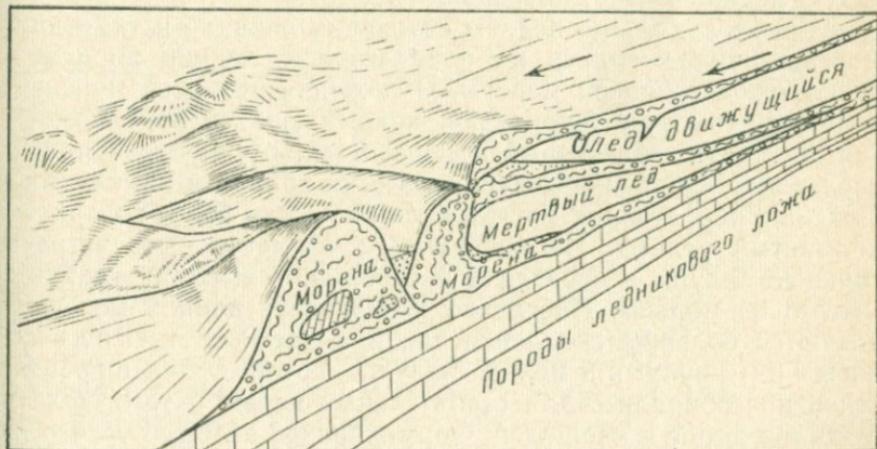


Рис. 2. Формирование аккумулятивной морены

Этот тип отложений образует весьма характерный рельеф — пояс беспорядочно ориентированных холмов и ряды (параллельных бывшему фронту льда) валообразных возвышенностей с резко очерченными склонами и наличием округлых бессточных впадин. Конечная морена может иметь чисто аккумулятивный характер, в этом случае в ее составе находятся лишь типично моренные, принесенные ледником отложения.

Конечноморенные образования могут носить и напорный характер, в этом случае в их состав входят деформированные породы ледникового ложа, а иногда и крупные отторженцы. Сохранившиеся от выветривания пояса конечноморенных образований довольно четко выделяются в рельефе.

Следует отметить, что таяние ледников происходило еще задолго до выхода их к передним границам своего распространения. Последняя означала, что здесь вдоль этой линии, наступил баланс между скоростью поступательного продвижения ледника и скоростью его таяния. Остановка ледника не означала остановку льда, он продолжал продвигаться вперед, достигал краевой линии, таял, а принесенный им материал, накапливаясь, образовывал аккумулятивные конечноморенные пояса. Увеличение таяния льда нарушило установившееся равновесие, и ледник начинал отступать вплоть до полного его исчезновения. Это отступание могло сопровождаться промежуточными остановками ледника, в процессе которых соответственно образовывались промежуточные моренные пояса. Остановки могли перейти и в возвратные подвижки переднего края ледника. Кроме отмеченных — конечноморенных типично ледниковыми являются также отложения *основной морены*. Образовывались они за счет вытачивания из льда влекомого им материала — морены. В леднике различают морену донную, формирующуюся за счет разрушения пород в процессе донной экзарации, и аблационную, покрывающую ледник и формирующуюся здесь за счет вытачивания материала из льда. При полном ставлении ледника и та, и другая морены накладывались на подстилавшие ледник породы, образуя чехол основной морены. Отложения основной морены весьма типичны для территорий, покрывавшихся ледниками, где они образуют характерный моренный рельеф, заключающийся в последовательном чередовании пологих холмов и замкнутых понижений, образующих мягкий волнистый или более контрастный холмистый рельеф. На поверхности ее могут быть встречены крупные валуны, в оврагах и промоинах — высыпки гравия, вымытого из морены. Иногда на поверхности донной морены образуются большие скопления так называемого напольного камня — крупных и мелких валунов, которые в свое время интенсивно собирались для строительных целей, в том числе для отмостки дорог и площадей. Формирование залежей такого камня происходило как за счет сноса с этих площадей мелкозема морены и обнажения валунов, так и вследствие выжимания ва-

лунов из деятельного слоя в процессе попеременного его оттания и замораживания.

В основной морене иногда довольно четко наблюдается ложная слоистость, возникающая в донноморенном материале под давлением движущегося льда. Здесь же наблюдается ориентировка крупнообломочного материала длинной осью по направлению движения ледника.

Моренные отложения в литологическом отношении представлены так называемыми валунными глинами и суглинками и значительно реже — валунными супесями. В их составе выделяются четыре фракции — валуны, гравий, песок и пылеватоглинистый материал, т. е. те же фракции, что и в любом валунно-гравийно-песчаном месторождении. Однако соотношение этих фракций таково, что в целом материал непригоден для практического использования из-за избыточного содержания пылеватоглинистых примесей, цементирующих валунно-гравийно-песчаные фракции (табл. 23).

Таблица 23

**Литологический состав моренных образований различного возраста  
(М. Е. Вигдорчик)**

Морены Новгородской области		Число определений								Общее число определений
Валдайское оледенение, стадия		Глина пылеватая с гравием и валунами	Суглинок тяжелый с гравием и валунами	Суглинок тяжелый с гравием и валунами	Суглинок средний с гравием и валунами	Суглинок средний с гравием и валунами	Суглинок легкий с гравием и валунами	Супесь легкая с гравием и валунами	Супесь легкая с гравием и валунами	
Крестецкая	8	6	18	—	7	—	1	—	—	40
Бепсовская	2	9	15	2	5	1	2	—	1	37
Едрровская	3	2	11	—	11	—	3	—	—	30
Бологовская	14	—	8	—	10	—	10	—	—	42
Московское оледенение	4	—	4	—	1	—	—	—	—	9
Всего	31	17	56	2	34	1	16	1	1	158

Морена представляет собой механическую смесь отмеченных четырех фракций с отсутствием какой-либо сортировки и с довольно резко изменяющимся составом. Она может включать все петрографические разности пород, встретившиеся на пути продвижения ледника, состоять почти целиком из местных пород (так называемые отложения локальной морены) или включать крупные отторженцы горных пород. Процент содержания местных пород находится в прямой зависимости от возраста моренного горизонта.

С существованием ледников связана также целая группа генетических типов отложений, обязанных своим возникновением не только механической деятельности, но и участию в их формировании водной среды. Это в первую очередь отложения, возникающие за счет талых ледниковых вод внутри тела ледника и вне ледника.

Внутриледниковые водные отложения. Характер формирования водно-ледниковых отложений зависит от интенсивности процесса таяния льда. Внутриледниковые водные отложения могли формироваться за счет все того же моренного материала, включенного или вмерзшего в лед и находившегося в толще льда или в его подошве. Однако в отличие от продукта механического переноса и механической ледниковой аккумуляции моренных образований отложения водной среды характеризуются значительным выносом из исходного моренного материала наиболее подвижной его фракции — пылевато-глинистой. Иными словами, в условиях водной среды совершился процесс естественной флотации, происходило формирование валунно-гравийно-песчаных отложений, в которых пылевато-глинистый материал имел уже не ведущее (как в морене), а подчиненное значение.

Рассмотрим основные генетические типы отложений в условиях водной среды. Как мы уже отмечали, таяние ледника происходило еще до достижения им своих максимальных рубежей. При таянии льда водными потоками из его массива выносился моренный материал, отлагавшийся перед краем ледника, т. е. формировались так называемые *флювиогляциальные отложения* песчаного, гравийно-песчаного или валунно-гравийно-песчаного состава, переходящие на расстоянии от ледника в песчано-глинистые шлейфы того же генезиса. Наступающий ледник своими моренными образованиями перекрывал свои же собственные флювиогляциальные отложения, которые по отношению к морене принято называть подморенными. В данном случае эти образования рассматриваются как одновозрастные с перекрывающей их мореной. Форма залегания этих отложений может быть весьма различной — от отдельных мелких линз и гнезд до пластообразных тел различного размера и мощности. Принадлежность их к леднику, мореной которого они перекрыты, не вызывает сомнения в случае, если: 1) установлен их флювиогляциальный характер; 2) отсутствует для этого района более древнее оледенение.

При наличии отложений более древнего оледенения решающее значение в определении возраста отложений могут иметь стратиграфические или минералого-петрографические факторы, наиболее приемлемые в полевых условиях. В практике нередко таким флювиогляциальным отложениям дают наименование *межморенных*, что определяет их положение в геологическом разрезе, но не расшифровывает генезиса.

К типу одновозрастных с мореной флювиогляциальных отложений могут быть отнесены и *внутриморенные* отложения, возникающие в ходе колебания переднего края ледника, «консервирующего» слоем своей же морены ранее отложившиеся на его моренных образованиях пески и песчано-гравийные отложения. Иногда эти внутриморенные образования могут формировать отчетливый промежуточный горизонт, что уже заставляет предположить наличие довольно значительной амплитуды колебания переднего края ледника осцилляции.

Отмеченные выше флювиогляциальные песчано-гравийные отложения находятся в сложных взаимоотношениях с мореной, перекрываясь ею, что представляет трудность не столько для разведки, сколько для выявления. При значительной мощности вскрытых отложений эти разновидности флювиогляциальных образований могут вообще не иметь практической ценности для целей эксплуатации.

Как предмет широкого практического использования следует отметить так называемые *надморенные* флювиогляциальные отложения. Рассмотрим процессы их формирования.

Таяние ледника, сопровождавшееся высвобождением огромной массы воды, сопровождалось одновременно накоплением ее на поверхности льда, внутри его пустот, а также отводом этих вод к внешнему краю льда по его разломам и трещинам. В теле ледника возникали внутриледниковые бассейны и реки, в которых происходил размыв и перенос моренного материала с одновременной его большей или меньшей сортировкой. После полного стаивания ледника ледниково-речные отложения (точнее отложения внутриледниковых потоков) в рельефе выражались в виде длинных и узких гряд — озов.

Весьма часто в практике разведки озов встречаются случаи как бы двухъярусного строения оза: низы оза и его внутренняя часть — это хорошо сортированная грубослоистая толща с небольшим содержанием пылевато-глинистых примесей, а верхняя часть — менее сортированная и с большим содержанием пылевато-глинистого материала. Объяснить это, по всей видимости, можно тем, что низы толщи формировались в условиях большей изоляции от прямого сноса морены с поверхности тающего льда, а верхи — после того, как эта изоляция была нарушена. Увеличение содержания глинистых примесей в верхах разреза без изменения прочих литологических особенностей толщи может объясняться и заиливанием ее в условиях уменьшения скоростей потока талых ледниковых вод.

Развитые в пределах донноморенных равнин, сформированных тем же ледником, озы образуют иногда целую систему параллельных или разветвляющихся гряд, непрерывных или распадающихся на отдельные звенья. Протяженность озов составляет от первых сотен метров до десятков километров, а ширина — от первых десятков метров до 100—150 м. Высота озов может

колебаться от 3—4 до 40—50 м. Соотношение озера с лежащей под ними мореной может быть различное. Чаще всего в практике встречаются озы, прямо накладывающиеся на валунные суглинки и по плоскости контакта повторяющие их рельеф. Это тот тип озера, который формировался в тоннеле (трещине) внутри массива ледника, и после полного стаивания льда флювиогляциальные отложения наложились на морену. Озы, формировавшиеся на уровне подошвы ледника, могут быть вложены в более или менее четко выраженное углубление руслового типа, выработанное в донноморенных отложениях. Как частный и весьма редкий случай этого, от озера может сохраниться лишь нижняя, вложенная в морену, часть (верхняя часть могла быть срезана подвинувшимся льдом или вообще не сформироваться). Подобный озера в этом случае напоминает речную долину, полностью (ровень с бортами) выполненную валунно-гравийно-песчаным материалом и почти не выраженную в рельефе. Хотя и редко, но встречаются озы, в ядре которых на всем их протяжении прослеживаются донноморенные отложения. Подобное строение озера (рис. 3) свидетельствует о том, что в период его формирования стенки ледовой трещины сблизились, вдавив донноморенный материал внутрь этой трещины.

Рассмотренные выше случаи могут быть усложнены наложением более молодых озерно-ледниковых, озерных, озерно-болотных и прочих образований, полностью или частично маскирую-

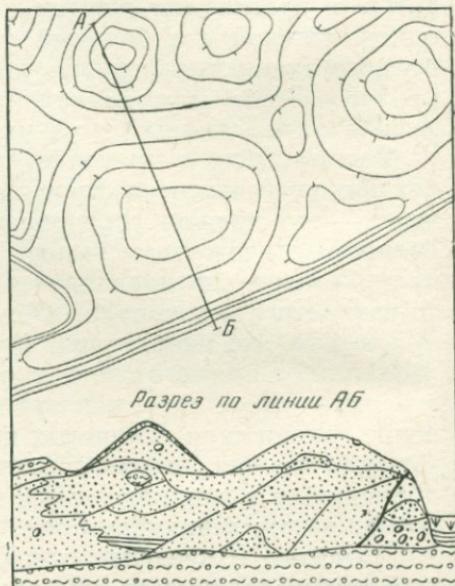
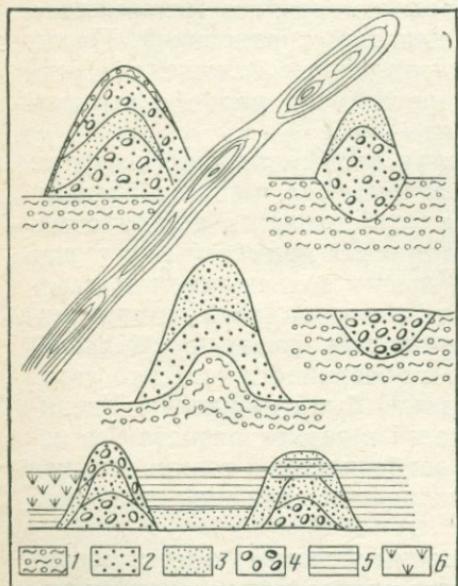


Рис. 3. Озы и формы их строения:

1 — морена; 2 — гравий; 3 — песок; 4 — валуны; 5 — озерно-ледниковые глины; 6 — торф  
Рис. 4. Площадь развития камовых отложений (на разрезе — сопряжение камов с озом)

ющих озовые гряды. В этом случае озы могут быть в какой-то мере переработаны.

Камы, как и озы, возникали внутри ледника, в полостях и пустотах, расположенных на различном уровне, либо в понижениях на поверхности льда. Однако, если озы формировались в условиях водного потока, то камы приурочены к водному бассейну. Основным фактором возникновения этих бассейнов являлось накопление талых ледниковых вод. Накопление минеральных осадков в этих бассейнах шло скорее всего за счет плоскостного смыва и сноса сюда наиболее мелкой составляющей моренного материала. От интенсивности этого процесса и зависят состав и строение камовых отложений, наиболее часто представленных грубослоистыми песками различной крупности — от тонких до мелко- и среднезернистых и редко крупнозернистых и, как правило, безгравийных или с редким мелким гравием. Одновременно из размываемой морены кроме песков выносился и пылевато-глинистый материал, который полностью или частично осаждался в тех же бассейнах. В результате этого камовые пески могут иметь прослои и линзы супесей и суглинков (рис. 4).

Материал, слагающий камы, в той или иной степени сортирован и может включать линзы и гнезда, совершенно лишенные какой-либо сортировки и представленные часто мореной. Наиболее вероятным представляется, что этот несортированный материал был привнесен в бассейн обломками льда (айсберговая морена) либо попал за счет обрушения ледовых островов и свода, несших на себе моренный материал. Камы, как и озы, могут нести на себе чехол из моренного материала (абляционная морена). После полного стаивания ледника материал, накопленный в водно-ледниковом бассейне, накладывался на донноморенные отложения.

В рельефе камы очень резко выделяются, представляя собой группы четко очерченных холмов, часто с бессточными владищами между ними. Размеры камов весьма различны — от 50—100 до 200—800 м. Как правило, камы встречаются целыми группами, и в этом случае они могут занимать площадь от нескольких до десятков квадратных километров (Сийская группа камов Архангельской области).

Как и озы, камы возникали чаще всего на наиболее ослабленных участках ледникового массива, в связи с чем они могли сопутствовать друг другу, создавая целые камово-озовые комплексы. Нередки переходы оза в кам, причем в последнем происходит накопление материала,нского озу (озовая дельта в камовом бассейне). В этом случае вместо типично камовых песчаных отложений часть площади сложена гравийно-песчаным или валунно-гравийным материалом.

Зандры — своеобразные конусы выноса внутриледниковых

потоков, тяготеющие к краевой части ледника. Одиночные зандры, соединяясь с соседними, могут образовывать обширный зандровый шлейф, выходящий за контур конечноморенных отложений. К зандровым образованиям относятся наиболее крупные гравийные залежи надморенного характера. Литологический состав зандра в его головной части подобен составу озов, причем во многих случаях удается установить их взаимосвязь — проследить оз (продукт внутриледникового потока), завершающийся зандром (дельта потока). Классическим примером этого является Едровское месторождение Новгородской области.

В зависимости от обстановки, в которой происходит формирование зандра (наличие или отсутствие приледникового бассейна, динамические условия бассейна и характер доледникового рельефа), он может принять соответствующую внешнюю форму. К примеру, Бельское валунно-гравийное месторождение Калининской области — типичная дельта, сформировавшаяся в субаэральных условиях. Упоминавшееся нами месторождение Едровское представляет собой озовую дельту, сформировавшуюся в условиях небольшого приледникового озера. Валунно-гравийное месторождение Сайда-Губа Мурманской области представляет собой типичную древнюю морскую террасу. Несмотря на многообразие форм, для зандра характерна локализация в пределах пояса конечноморенных отложений и специфическое распределение ведущих фракций (валунов, гравия, песка).

Выше нами были рассмотрены условия формирования трех типов образований, общими для которых являлись: 1) источник поступления материала (валунов, гравия и песка) — морена; 2) условия формирования — водная среда, обеспечивающая одновременно и вынос излишнего пылевато-глинистого материала.

Формирующиеся в условиях потока талых ледниковых вод озы и зандры являются типично флювиогляциальными образованиями. Валунно-гравийные и гравийно-песчаные залежи, локализовавшиеся в пределах внутриледниковых бассейнов, следует рассматривать как образования флювиогляциального типа, хотя в целом камы генетически должны быть отнесены к озерно-ледниковым образованиям. К этому следует добавить, что нередко отнесенные к камам образования валунно-гравийного или гравийно-песчаного состава при внимательном их изучении могут оказаться нечетко выраженным зандром или сохранившейся от разрушения частью озовой гряды.

Итак интересующие нас валунно-гравийные и гравийно-песчаные образования связаны непосредственно с ледником. Они формируются в толще льда (озы и камы), а также вдоль его края (зандры). Литологическое строение зандра свидетельствует о том, что крупный обломочный материал (валуны и гравий), вынесенный потоком талых ледниковых вод из ледникового массива к его краю, здесь же и локализуется. Пески и

пылевато-глинистый материал талыми ледниковых водами может переноситься на большие расстояния. Освободившиеся от валунов, гравия и песка талые воды в зависимости от рельефа прилегающей к леднику территории либо накапливались здесь же у края ледника, либо при наличии уклона стекали по прилегающей к леднику местности. Используя для своего стока понижения в рельефе, в том числе доледниковую речную сеть, талые ледниковые воды создавали в них мощные потоки, формировавшие древние террасовые, в том числе песчаные и песчано-гравийные, отложения. По пути стока этих вод возникали крупные и мелкие озерно-ледниковые бассейны с характерным для них типом отложений. Аналогичные бассейны и водотоки образовывались и на площадях, освобождавшихся от ледников.

Для озерно-ледниковых отложений характерен в зависимости от динамики бассейна песчаный, песчано-глинистый или пылевато-глинистый состав. Чем мельче материал этих отложений, тем характернее проявление ритмичности в озерно-ледниковых осадках, примером которой является чередование тонких глинистых слоев с более толстыми песчанистыми. В этой ритмичности принято отмечать сезонность таяния льда, причем к отложениям зимнего периода относят именно глинистые прослойки. Однако кроме аккумулятивной эти же озерно-ледниковые бассейны осуществляли довольно интенсивную абразионную деятельность. В результате этого перерабатывалась их прибрежная зона, из нее выносились и аккумулировались в центральных частях бассейнов пески и пылевато-глинистые отложения. Промышленные месторождения песка этого генезиса учтены балансом по многим областям РСФСР и локализуются на площадях распространения озерно-ледниковых отложений. Например, в Вологодской области, в Присухонской низине, возникавшие озерные и озерно-ледниковые бассейны оставили комплекс своих отложений в ее придонной части на отметках примерно от +120 м и ниже. Положение береговой линии этих бассейнов фиксировалось по абразионным врезам на несколько десятков метров выше. В пределах этой полосы, прибрежной на момент существования водных бассейнов, полностью уничтожены первичные ледниковые формы рельефа, особенно в центре и на востоке области. Мощность переработанного и уничтоженного здесь слоя донноморенных отложений может достигать десятков метров. Несомненно, что одновременно были уничтожены и надморенные, в том числе флювиогляциальные, отложения. Мелкая составляющая морены (пески и пылевато-глинистый материал), как более подвижная, выносилась из зоны абразии и аккумулировалась в центрах бассейнов. Крупная составляющая морены (валуны и гравий) аккумулировалась в зоне абразии, формируя песчано-гравийные месторождения озерно-ледниково-

го генезиса. Следует отметить, что приуроченность месторождений песчано-гравийного материала к площадям интенсивной переработки морены нами отмечалась повсеместно. Месторождения, возникшие в зоне размыва исходной породы, автор относит к группе *перлювиальных*. Многие месторождения этого типа разведаны и числятся на балансе, где их генезис отмечается как аллювиальный, если устанавливается приуроченность месторождения к долине реки, и флювиогляциальный — в большинстве остальных случаев. Месторождения песчано-гравийных отложений озерно-ледникового генезиса балансом не отмечены, хотя, по нашим предположениям, значительная часть учтенных залежей связана генетически с существованием озерно-ледниковых и сменявших их в последующем — озерных бассейнов, а в период трансгрессий — и морских. Следует отметить, что отнесение части перлювиальных залежей к флювиогляциальным может быть объяснено, во-первых, недостаточным вниманием к вопросам общего геологического развития изучаемой территории со стороны полевых исследователей и, во-вторых, подобием форм различных по генезису месторождений.

Для определения генетической принадлежности залежи недостаточно одних лишь морфологических данных. Террасы могут быть морского, аллювиального, озерного и флювиогляциального генезиса. Залежи грядового типа могут сформироваться внутриледниковыми потоками (озы), образоваться в прибрежной части бассейнов (береговые валы), формироваться в условиях ориентированного стока талых вод и в речном потоке (бывшие русловые или прибрежные отмелы). Залежь зандрового типа образуется в краевой части ледника, но аналогичная ей форма может возникнуть и вне зоны оледенения (конусы выноса).

Подобие различных по происхождению форм залежей создает дополнительные сложности в определении их генетической принадлежности. В связи с этим большое значение приобретают данные, освещдающие историю геологического формирования изучаемой территории.

Генетическое разделение террас по их литологическому составу не всегда приемлемо, так как одна и та же терраса может иметь на различных участках разный состав. Однако и для речного, и для флювиогляциального руслового потока общим является формирование валунно-гравийных отложений за счет материала, слагающего борта и дно долины. Источником валунов и гравия в террасовых образованиях долин являются прежде всего моренные отложения.

Валунно-гравийные и гравийно-песчаные отложения озерных и озерно-ледниковых бассейнов возникают за счет переработки береговых образований, содержащих обломочный материал, или за счет аккумуляции этого материала, принесенного в бассейн водными потоками. На приморских территориях гравийные от-

ложеия формировались вдоль древних береговых линий как за счет размыва и разрушения слагающих эти берега отложений, так и за счет аккумуляции материала, принесенного реками из внутренних, материковых территорий.

Выше нами обращалось внимание преимущественно на валунно-гравийный и гравийно-песчаный материал и значительно меньше на песчаные отложения. Следует отметить, что пески сопутствуют указанным выше отложениям. Являясь более транспортабельными и для потоков (речных, флювиогляциальных), и для бассейнов (озерно-ледниковых, озерных, морских), пески образуют не только залежи смешанного гравийно-песчаного и валунно-гравийно-песчаного состава, но и песчаные, в том числе за пределами зоны переноса гравийного материала.

Как нами неоднократно отмечалось, в формировании месторождений песчано-гравийного материала и песка ведущая роль принадлежит воде. Однако месторождения песков формируются и вне этой среды. Довольно широко развиты месторождения песков эолового генезиса, при формировании которых большое значение имеет воздушная среда. Ветер может переносить песок размером до 4—5 мм и более. Известны и скопления гравийного материала, возникающие за счет выноса ветром и выдувания песчаного или песчано-глинистого материала с включением гравия. Эоловые пески, месторождения которых известны на Северо-Западе РСФСР, на юге европейской части СССР, в Сибири и на Дальнем Востоке, максимальное развитие получили на территории Средней Азии. Во всех этих областях они возникли за счет перевевания песчаных отложений различного генезиса — аллювиальных, озерных, озерно-ледниковых и морских отложений.

**Формирование валунно-гравийных и песчаных отложений в горных зонах.** При рассмотрении условий локализации гравийных месторождений было отмечено их тяготение к горным областям. Если в зоне материковых оледенений перенос обломочного материала осуществлялся ледниками, то в горных областях снос продуктов выветривания происходил не только за счет деятельности горных ледников, кстати не имевших повсеместного развития, но и под действием других факторов.

Одним из таких факторов для горной зоны является гравитация. Продукты разрушения горных пород под действием силы тяжести способны перемещаться вниз по склонам, причем по мере этого перемещения под воздействием выветривания и взаимного истирания обломки пород не только уменьшаются в размере, но и окатываются, округляются. Этот тип отложений, называемый коллювием (делювием горных зон), образует у подножий горных склонов мощные накопления, состоящие из глыб, щебня, дресвы, песчаных и пылевато-глинистых фракций, формирующихся как за счет постоянно происходящих осипей, так и в результате более редких обвалов (рис. 5).

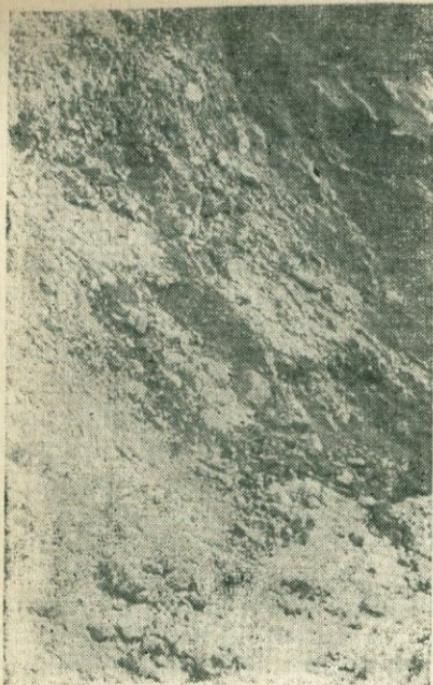


Рис. 5. Коллювиальные отложения у подножья склона (долина Медео вблизи Алма-Аты)

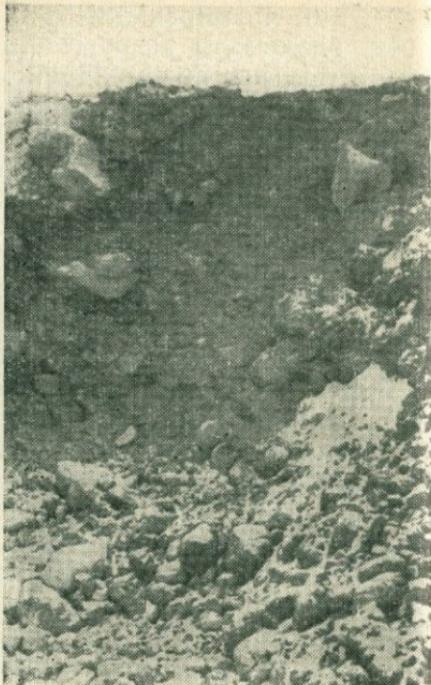


Рис. 6. Отложения селя, 1973 г. (долина Медео вблизи Алма-Аты)

В горных зонах интенсивно проявляется и такой фактор, как перемещение продуктов выветривания под воздействием водного потока. В этих условиях формируются так называемые пролювиальные образования. Например, те же коллювиальные отложения, стабилизировавшиеся у подножья крутых склонов, ограничивающих горную долину, при насыщении их водой могут выйти из состояния равновесия и начать движение вниз по дну долины. Насыщение водой обвально-осыпных пород, продуктов сухих конусов выноса происходит обычно в результате интенсивного выпадения ливневых дождей, что и создает так называемый сель.

В селевом потоке мелкий материал находится в состоянии рыхлой консистенции. Высокая плотность смеси песок—глина—вода и присущая ей вязкость обеспечивают перемещение щебня, гравия, глыб и валунов не только внутри этой смеси, но и на ее поверхности, во взвешенном состоянии (рис. 6). Двигаясь вниз по долине со значительной скоростью, селевой поток выносит материал к предгорьям, образуя широкие мощные пролювиальные шлейфы. Довольно близкий по составу селевым отложениям моренные образования горных ледников. Оледенения горных зон, совпадавшие по времени с оледенениями ма-

териков, могут быть отнесены к альпийскому, скандинавскому и аляскинскому типам оледенения.

1. Для альпийского типа горного оледенения характерна приуроченность к молодым горным системам (Альпы, Кавказ). Это ледники горно-долинного характера. Они зарождаются на вершине гор или в углублениях их склонов и по мере развития спускаются вниз по долине (сюда же относятся и так называемые висячие ледники).

2. Скандинавский тип горного оледенения характерен для высоких слабо расчлененных плоскогорий. По мере своего развития ледники спускаются отдельными языками вниз по долинам. Это так называемый промежуточный, или полупокровный, тип ледника.

3. Аляскинский тип оледенения представляет собой слияние отдельных долинных ледников у подножий горной системы, что приводит к образованию сплошного ледника подножий. Известен он и под названием предгорного ледника.

Зарождение горных ледников и движение их подчиняются тем же законам, которые действуют и для ледников равнин. Возникая выше снеговой линии, ледник по мере увеличения его объема мог снижаться ниже снеговой линии до уровня, при котором скорость его таяния уравновешивается продвижением вниз. При колебании климатических факторов устоявшееся равновесие нарушилось и ледник либо наступал, опускаясь ниже по долине, либо сокращался в размерах, оставляя вдоль границ своих остановок конечноморенный вал, сложенный из больших и малых глыб, щебня, гравия и песчано-глинистой массы.

В плейстоцене горные ледники имели в общем довольно широкое развитие, в том числе на Восточных Карпатах, в горах Большого и Малого Кавказа, на Северном и Полярном Урале, в горах Памира, Тянь-Шаня, на Алтае и в Саянах, а также в пределах крупных хребтов Востока и Северо-Востока СССР. Не исключается вероятность существования локальных горных оледенений и на Среднем Урале. Следами горных оледенений являются цирки, кары и троги.

Цирк — центр формирования ледника, своеобразная впадина, располагающаяся в верховьях ледниковой долины и венчающая ее. Кар — углубление окружной или серповидной формы на склоне горы, располагающееся на уровне (или выше) снеговой линии и являющееся центром формирования так называемого карового ледника альпийского типа. Троговая, или ледниковая, долина, разработанная ледником, имеет корытообразное сечение, крутые склоны и выгнутое дно. В бортах и дне долины прослеживаются ледниковые шрамы — следы ледниковой экзарации. Дно долины на участках, сложенных более мягкими породами, переуглублено за счет ледникового выпаивания.

Усиливая процесс физического выветривания горных пород и передвигая продукты выветривания в нижние ярусы гор, ледники способствовали накоплению у их подножий и в горных долинах обломочного материала. Наиболее мощные пролювиальные накопления, сформировавшиеся высокие террасовые уровни в горных долинах и огромные шлейфы вдоль подножий гор тяготеют к горным системам, подвергшимся в плейстоцене оледенениям (рис. 7).

Следует рассматривать ледники не только как фактор физического выветривания горных пород, но и как мощный аккумулятор влаги, высвобождавшейся в периоды потеплений. Это способствовало перемещению и накоплению обломочного материала. Однако, как и в условиях материковых оледенений, песчано-гравийный материал лишь тогда представляет для нас ценность, когда он прошел через естественный процесс обогащения. В данном случае перенос тех же моренных пролювиальных или коллювиальных отложений в водной среде — в речном или флювиогляциальном потоке, в озерном или морском бассейне, сопровождающийся выносом избытка глинистых примесей, благоприятствует созданию песчано-гравийных месторождений. Чем интенсивнее происходит процесс перемывания, тем качественнее будет формируемое гравийное месторождение. Для горных областей не характерны месторождения песка в чистом виде, т. е. без примеси валунов и гравия. Формируются они либо в крупных межгорных впадинах, либо вдоль подножий гор, тяготея к полосе, в пределах которой режим рек меняется на равнинный.

Транспортирующая способность водного потока, по закону Эри, пропорциональна его скорости в шестой степени. Иными словами, если скорость речного потока повышается в два раза, то транспортирующая способность возрастает в 64 раза. В горных зонах транспортирующая способность речного потока (от верховьев долин до выхода рек в предгорья) изменяется в сторону ее резкого уменьшения.

В табл. 24 приведены сравнительные данные скоростей течения равнинных и горных рек.

Таблица 24

Скорости течения рек в половодье и в меженный период

Реки	Средняя скорость течения, м/с	
	в половодье	летом
Большие равнинные (Волга, Днепр)	1,7—2,5	0,8—1,0
Небольшие равнинные (Ока, Москва)	1,5—2,0	0,5—0,6
Малые равнинные	1,2—1,5	0,4—0,5
Малые горные	5,0	1,0
Небольшие полугорные	3,0	1,5

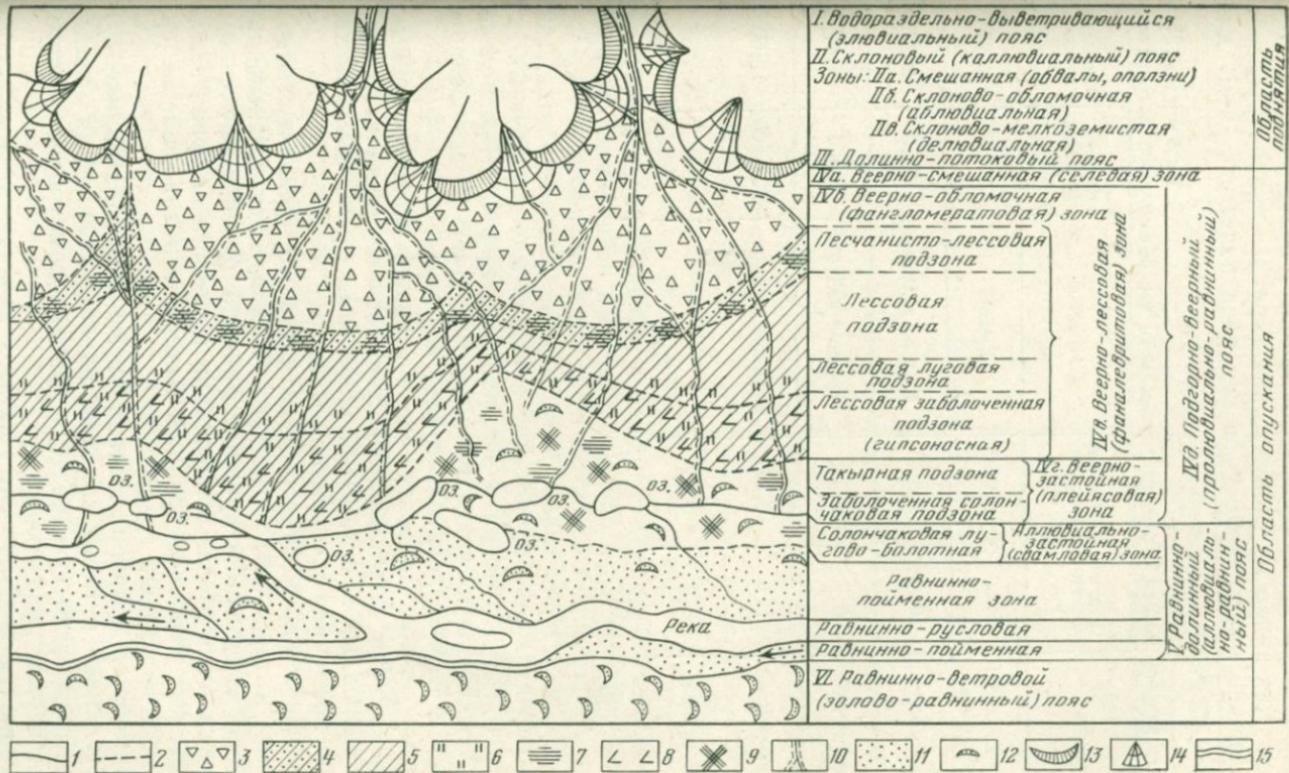


Рис. 7. Схема соотношений фациально-ландшафтных поясов и зон в предгорьях и межгорных депрессиях (В. И. Попов, 1955 г.).

I — граница поясов; 2 — граница зон и подзон; 3 — щебневые, галечные осадки; 4 — гравийно-песчаные и лёссовидные осадки; 5 — лёссы, лёссовидные осадки и их производные; 6 — луга; 7 — болота; 8 — гипсонасные осадки; 9 — сели; 10 — веерно-потоковые осадки (проливально-аллювиальные); II — равнинно-долинные пески (частью с гравием) и алевриты; 12 — ветровые пески; 13 — склоновые шлейфы; 14 — селевые комплексы; 15 — долинно-потоковые галечники, щебениники, валуники

В табл. 25 приводятся данные, характеризующие транспортирующую способность руслового потока в зависимости от его скорости. Как видно из таблицы, для переноса гравия русловой поток должен иметь скорость, в три раза большую, чем для переноса песка.

Таблица 25

Скорость речного потока и размер переносимого им обломочного материала

Материал	Средний диаметр, мм	Скорость потока, м/с	Материал	Средний диаметр, мм	Скорость потока, м/с
Глина во взвешенном состоянии	—	0,08	Гравий	27,0	0,97
Мелкий песок	0,4	0,26	Мелкие валуны	171,0	2,27
Среднезернистый песок	0,7	0,34	Средние валуны	409,0	4,87
Крупнозернистый песок	1,7	0,39	Крупные валуны	500—800	11,69
Мелкий гравий	3,2	0,46			

Обломочный материал в процессе переноса речным потоком не только округляется и окатывается, но и истирается, что пре-вращает этот гравий в конечном итоге в ил или песок.

Чем крупнее зерно гравия, тем оно быстрее истирается, так как его передвижение происходит в общей массе с другими в основном путем волочения и взаимного истирания. Чем мельче песок, тем большую часть пути он совершает во взвешенном состоянии, в связи с чем сохранность его выше.

К этому следует добавить, что в строении аллювия горных и равнинных рек есть довольно существенное различие. В составе аллювиальных отложений равнинных рек выделяются русловая, пойменная и старичная фации.

1. Русловая фация представлена песчаным (реже гравийно-песчаным) материалом, в котором наблюдается уменьшение снизу вверх содержания крупных фракций при одновременном уменьшении их размера. В основании руслового аллювия залегает обычно наиболее крупный материал и завершается он песками без включений гравия.

2. Пойменная фация представляет собой переслаивание супесей, суглинков и глин. Верхняя, наиболее глинистая часть пойменного аллювия формируется при высоком уровне речного потока, в период половодий.

3. Старичная фация — это комплекс отложений, формирую-щихся в обособившейся от речного потока части бывшего рус-

ла, превратившегося в зарастающее пойменное озеро. Минеральные отложения преимущественно пылевато-глинистого состава привносятся сюда в период половодий, где и накладываются на отложения биогенного характера.

Формирование пойменных террас равнинных рек происходит в голоцене. Надпойменные террасы равнинных зон — I и II — верхнеплейстоценовые, III и IV — среднеплейстоценовые. Значительно реже встречаются более высокие террасовые отложения могут уже относиться к низам плейстоцена и даже к верхам неогена. И несмотря на то что в составе аллювия каждого террасового уровня могут быть какие-то свои особенности, для них характерно наличие отмеченных выше фаций.

У горных рек подобной закономерности не наблюдается. Большое количество переносимого материала и значительные скорости водного потока обеспечивают здесь формирование лишь той части аллювия, которая соответствует у равнинных рек русловой их фации. При достаточной мощности горного потока аллювий может состоять сплошь из окатанного валунно-гравийного материала, почти лишенного заполнителя — песчаного и пылевато-глинистого материала, который выносится в предгорья значительно интенсивнее, чем более крупный обломочный материал.

В условиях маловодного горного потока формирование террас происходит не столько за счет деятельности этого потока, сколько в результате пролювиальных процессов, приводящих к формированию террасовых уровней, сложенных песком, гравием, валунами и пылевато-глинистым материалом.

В зависимости от тектонической активности горной зоны здесь периоду формирования одной террасы равнинной реки может соответствовать несколько террас. Например, только голоценовых надпойменных террас насчитывается 2—3 и даже больше, а общее число четвертичных террасовых уровней может достигать 10—15.

Для рек, впадающих в морские или озерные бассейны, наблюдается переход речных террас в соответствующие морские или озерные. За счет деятельности водных бассейнов происходит переработка в горных зонах принесенного на побережья коллювиального и селевого материала.

Для четвертичного периода характерны ритмические чередования похолоданий и потеплений, а также периода ледниковых и межледниковых. Возникновение ледников, объем законсервированной воды в которых на период их максимального развития составлял 56 млн. км<sup>3</sup>, сопровождалось понижением уровня Мирового океана, откуда эта вода «перекачивалась» на материк. Таяние ледников приводило к возврату воды в океан и соответственно к повышению положения его береговой линии. Кроме отмеченных эвстатических колебаний уровня океана в этот период возникали колебания, связанные с изменением ем-

кости океана в результате тектонических процессов. Суммарное взаимодействие этих двух факторов обусловило возникновение морских трансгрессий и регрессий, совпадающих соответственно с межледниками и периодами оледенений. Глобальный характер этого процесса подтверждается совпадением абсолютных отметок одновозрастных четвертичных террас на различных участках побережий Мирового океана.

Для равнинных зон единственным источником поступления обломочного материала для формирования гравийных залежей являлась разносившаяся ледниками морена. Многообразие здесь генетических форм объясняется различными условиями возникновения залежей. При формировании гравийных месторождений в горных областях источников поступления исходного обломочного материала было несколько. Главные из них — коллювиальные отложения, пролювиальные и моренные. Основным морфологическим типом залежи песчано-гравийного материала в горной зоне являются террасы горных долин и сухие дельты.

Несмотря на довольно широкое развитие в высокогорных областях плейстоценовых оледенений, с существованием которых здесь увязывается возникновение высоких террас и соответственно входящих в их состав валунно-гравийных месторождений, в балансе запасов флювиогляциальный генезис залежей практически весьма редко отмечается. Для территории материковых оледенений песчано-гравийных месторождений озерно-ледникового генезиса не выделяется. Месторождения песков и глин этого генезиса распространены довольно широко; локализовались они в наиболее глубокой части существовавших ранее бассейнов, границы которых на геологических картах обычно проводятся по контуру этих песков, глин и песчано-глинистых отложений, фиксируя только площадь аккумуляции бассейнов. Зона абразионного воздействия этих бассейнов, т. е. прибрежная полоса, в пределах которой размывались слагающие ее породы, являлась источником поступления в бассейн песков и пылевато-глинистого материала. В случае, если прибрежная зона этих бассейнов была сложена гравийсодержащими отложениями, в том числе ледниковой мореной, за счет выноса в бассейн мелкозема формировались остаточные (пролювиальные) гравийные залежи. Месторождения этого генезиса на территории развития отложений материковых ледников имеют широкое распространение.

Многочисленные разведанные залежи этого типа генетически до сих пор относились к древнеаллювиальным, если они ассоциировались с современной речной долиной, либо к флювиогляциальным, если такой связи не наблюдалось. Для установления генезиса залежи недостаточно учитывать только ее морфологию и литологический состав, необходимо увязывать формирование залежи и с геологическим развитием района.

# ВОПРОСЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

## РАЗВИТИЕ ВОПРОСА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПРАКТИКА ПОСТРОЕНИЯ КАРТ ПРОГНОЗА

Впервые вопрос о необходимости составления карт прогноза был поднят А. Н. Заварицким в 1939 г., который отмечал, что «... когда дело идет о прогнозах, в особенности легко соскочить с почвы научно обоснованных предположений в область субъективных догадок...». Сущность прогноза А. Н. Заварицкий определяет совокупностью факторов, характеризующих: 1) само месторождение; 2) геологическую обстановку его местонахождения.

А. Н. Заварицкий считает, что безусловным требованием к карте прогноза является совмещение в ней «... необходимых элементов геологической карты с картой распространения известных месторождений...».

Далее А. Н. Заварицкий предупреждает: «Нет оснований ожидать, что на карте прогноза можно дать какие-то откровения, которых нельзя было бы получить из подробной геологической карты». В карте прогноза отображается лишь несколько специализированное и популяризированное сочетание геологической карты и карты полезных ископаемых.

Некоторыми территориальными геологическими организациями Союза ССР в различное время решались вопросы прогнозирования песчано-гравийных месторождений. В каждой из этих работ самостоятельно, применительно к собственной геологической обстановке, была разработана методика построения прогнозных карт, однако, к сожалению, эти работы почти не нашли своего отражения в официальной геологической литературе и неизвестны широкому кругу специалистов. Карта прогноза Московской области была составлена в 1963 г. (Р. Н. Принц и Г. З. Сагодеевой). При этом основным объектом изучения являлись межморенные флювиогляциальные образования. Для решения вопросов прогнозирования были построены литологическая карта, карты изомощностей и гипсометрические карты подошвы и кровли межморенных отложений. Карта прогноза здесь совмещается с картой четвертичных отложений, причем выделяются перспективные на песчано-гравийный материал площади с мощностью вскрыши до 10 м и более.

Карта прогноза Смоленской области также в основном ориентирована на межморенные флювиогляциальные отложения, в связи с чем и метод решения поставленной задачи примерно аналогичен предыдущей работе.

Для двух этих карт общим является пластообразный характер изучавшихся отложений, их широкое площадное развитие и почти повсеместное распространение довольно значительной толщи вскрышных образований. Это и определило общность путей построения карт прогноза. Отметим, что построение подобных карт требует многочисленных данных, определяющих условия залегания полезной толщи.

Отличается методом решения поставленных задач прогнозная карта на гравий Литовской ССР (А. А. Юргайтис). Здесь особое внимание уделено закономерности распространения, строению и составу месторождений и их генетическим типам. Устанавливается, что «... самыми перспективными являются древнеаллювиальные и аллювиальные отложения и отложения флювиогляциальных террас». На основании произведенного анализа зандры, конечные морены, камы, озы и прибрежноморские образования считаются менее перспективными. Флювиогляциальные дельты, береговые отмели и внутриморенные отложения — не перспективны для промышленных целей, хотя для местных нужд они могут представлять интерес. В работе имеется карта распространения всех генетических типов отложений, с которыми связаны гравийные образования, и на ее основе строится карта прогноза, где выделяются площади: 1) перспективные; 2) менее перспективные; 3) не перспективные.

Для карты месторождения разработана система условных знаков, отражающих масштаб залежи и степень освоения ее промышленностью.

Для перспективных площадей приводится подсчет прогнозных запасов. Не вдаваясь в анализ правильности проведенных подсчетов, отметим, что это является первой известной нам попыткой определения потенциальных возможностей тех или иных содержащих гравий отложений.

Примененная в этом случае методика построения прогнозной карты базируется на основе высокой общегеологической изученности этой территории. Большая работа проделана по оценке промышленного значения отложений различного генетического типа, причем области преимущественного развития наиболее значительных образований и определены как перспективные.

Представляет интерес прогнозная карта на гравийно-песчаный материал для Белорусской ССР. К началу составления ее для рассматриваемой территории были составлены геолого-литологическая и геоморфологическая карты, а также карта полезных ископаемых.

Проанализировав все имевшиеся данные, авторы пришли к выводу, что гравийно-песчаный материал имеет наибольшее распространение в областях развития конечных морен и на территориях, непосредственно к ним прилегающих, а также

слагает озы и камы, располагающиеся вблизи края конечных морен. Кроме того, установлена приуроченность песчано-гравийных месторождений к долинам рек, текущих в районах развития конечноморенного ландшафта или непосредственно вблизи от последнего. Авторы не считали перспективными на песчано-гравийный материал площади развития донноморенных отложений. К лишенным промышленного интереса ими были отнесены также подморенные образования.

Выводы относительно перспективности на гравий различных площадей, изложенные в рассматриваемой работе, представляют интерес. Действительно зоны, тяготеющие к областям развития конечных морен, по отношению к другим площадям наиболее перспективны. Однако считать полностью неперспективными подморенные отложения, которые в пределах Смоленской и Московской областей являлись основным объектом изучения, преждевременно. Этот вывод скорее объясняется слабой степенью изученности данного типа отложений на территории Белоруссии. Следует отметить, что в Витебской области БССР, к западу от г. Орши, в настоящее время успешно эксплуатируется подморенное Кохановское валунно-гравийно-песчаное месторождение, полезная толща которого перекрыта значительной по мощности Валдайской мореной.

Рассмотренные выше прогнозные карты рассматривали условия локализации гравия в зоне материковых оледенений. Карты прогноза, построенные для Белорусской и Литовской ССР, базировались на большом фактическом материале, накопленном к началу ее составления, в том числе на данных геологических съемок четвертичных отложений, с высокой степенью достоверности устанавливающих местоположения генетических типов, с которыми связаны песчано-гравийные отложения. При построении прогнозной карты для Московской области недостаток фактического материала по условиям залегания песчано-гравийных отложений был восполнен в процессе работы над картой путем проведения широких полевых исследований.

Карта прогноза на гравийно-песчаный материал, составленная в 1963 г. для территории УССР (Е. А. Гелис), имеет пояснительную записку, в которой приводятся данные о качестве сырья месторождений и запасах, а также об использовании сырья и росте потребности в нем на будущее.

Построение подобной карты для горных зон и разработка методики прогнозирования осуществлены в работе Л. Н. Полуденной и др. «Прогнозная карта по пескам и галечникам Узбекистана». Предметом изучения здесь явились имеющие значительное площадное развитие аллювиально-пролювиальные образования. По степени перспективности принято деление площадей на типы.

Очень большое внимание в этой работе было уделено прогнозированию качества сырья вероятных месторождений.

Главным при составлении карты прогноза представляется установление для изучаемой территории закономерностей локализации месторождений. Задачей прогноза является определение этих закономерностей или хотя бы отражений в общей геологической обстановке изучаемой территории.

Основной задачей является рассмотрение некоторых методических направлений в установлении площадей, в пределах которых появление месторождений невозможно, и площадей, где эти месторождения наиболее вероятны.

В 1967—1968 гг. для территории Северо-Запада РСФСР автором проводилась разработка методики прогнозирования песчано-гравийных отложений применительно к геологическим условиям территорий, подвергавшихся материковым оледенениям.

Начальный этап построения карты прогноза базировался на выявлении зон, наиболее благоприятных для образования песчано-гравийных залежей:

1) конечноморенных отложений и прилегающих к ним территорий; здесь наиболее интенсивно проявляется аккумулятивная действительность одно-ледниковых потоков;

2) внутри пояса конечных морен (площадь развития основной морены) при условии интенсивного проявления аккумулятивной деятельности внутрiledниковых потоков; наиболее характерны здесь залежи камового типа и озы;

3) ложбин стока талых ледниковых вод вдоль внешнего края конечных морен, в пределах которых формировались террасированные песчаные и песчано-гравийные отложения.

Построение карт прогноза на основе приведенных положений показало, что они приемлемы лишь для отдельных локальных участков территории Северо-Запада РСФСР, где имеют развитие первичные ледниковые элементы рельефа и соответственно проявляется первичная ледниковая зональность размещения месторождений, соответствующих полосе конечноморенных образований. На большей части территории Северо-Запада РСФСР, где исчезли полностью или в значительной степени переработаны эти первичные элементы рельефа, соответственно исчезла возможность прогноза с использованием принятых положений. В пределах указанных площадей месторождения песка и песчано-гравийного материала не имеют уже первичного ледникового характера. Здесь на значительных площадях эрозионно-абразионными процессами снята верхняя часть основной морены, на которой в свое время покоились озовые, камовые и прочие надморенные образования. Несмотря на вторичный характер возникших здесь месторождений, в геологической литературе это не освещалось. В большинстве случаев

эти месторождения геологи продолжали относить к первично-ледниковым формам. Залежи типа валов, гряд или холмов определялись в этом случае как озы или камы, а конусы выноса — как зандры, что, несомненно, затрудняло разработку методики прогноза.

Ниже на примере одной из областей Северо-Запада РСФСР рассмотрим методическую направленность работ по выявлению закономерностей локализации месторождений. Несомненно, что разработка определенных рекомендаций возможна лишь на основе конкретной геологической обстановки.

Построение карты прогноза для одной из областей Северо-Запада РСФСР. Работа по составлению карты прогноза включала ряд последовательных этапов: 1) составление геолого-литологической основы к карте прогноза; 2) составление карты размещения месторождений и проявлений песчано-гравийного материала и песка; 3) составление карты прогноза; 4) составление пояснительной записи.

Геолого-литологическая основа составлялась с использованием всего материала, освещавшего геологию и литологию четвертичных отложений. Макетом для ее построения послужила карта четвертичных отложений Северо-Запада европейской части СССР масштаба 1:2 500 000 выпуска 1966 г., с которой способом фотопантографирования были изготовлены увеличенные копии.

Кроме того, был использован исходный материал, т. е. геологические и геолого-литологические карты, отчеты по поисковым и разведочным работам и т. д.

Составление геолого-литологической карты заключалось в вынесении на геологический макет всех недостающих сведений с карт и в расшифровке литологического состава пород по данным геологической съемки, поисковых и разведочных работ. На основе анализа истории геологического развития территории на этой же карте воссоздавалась палеогеографическая обстановка на момент таяния последнего для данной территории Осташковского ледника. Наносились границы возникавших здесь водно-ледниковых бассейнов и соединявших их водотоков, а также ложбины стока талых ледниковых вод и направление стока.

Карта месторождений и проявлений составлялась на топографической основе того же масштаба. На эту карту наносились все зарегистрированные месторождения, проявления (выходы, искусственные и естественные обнажения и т. д.), а также площади проведенных поисковых работ.

Все месторождения и проявления были вынесены и на геолого-литологическую карту, что способствовало установлению взаимосвязи их с геологической обстановкой. Для удобства пользования карта месторождений была совмещена с прогнозной картой. К карте приложен каталог основных сведений по месторождениям и проявлениям.

Карта прогноза песчано-гравийных месторождений явилась результатом анализа всех сведений о геологии, литологии и генезисе четвертичных отложений, а также данных о геолого-генетических и палеогеографических условиях образования залежей. Создавалась она на основе карты месторождений и геолого-литологической карты.

Не вызывает сомнения тот факт, что геологическая перспективность площади тем выше, чем интенсивней проявили себя геологические процессы, способствующие формированию залежей. Одновременно с точки зрения промышленности при прочих равных условиях перспективность освоения промышленностью тем выше, чем выше степень изученности залежей, т. е. чем достовернее данные об объеме, качестве и прочих свойствах сырья и чем ближе эти залежи к центрам их потребления.

На карте прогноза выделены территории: а) перспективные и высокоперспективные для постановки поисковых работ в целях выявления месторождений; б) неблагоприятные для выявления промышленных месторождений.

Достоверность геологического прогноза, зависящая от объема положенных в его основу фактических данных, выразилась в том, что в пределах группы перспективных месторождений были выделены площади: 1) геологически благоприятные и имеющие ряд промышленных месторождений, степень изученности которых соответствует современным требованиям; 2) геологически благоприятные и имеющие ряд проявлений и слабо изученных месторождений; 3) благоприятные по обще-геологическим данным, но месторождения не выявлялись, проявления неизвестны или единичны и носят случайный характер.

Для каждой из перспективных площадей был определен объем прогнозных запасов. В данном случае автор применил «способ подсчета по аналогии», практически сводившийся к тому, что данные, полученные при опоисковании крупных площадей в пределах оцениваемой территории, распространялись на эту площадь. Необходимым условием была тождественность геологической обстановки двух сопоставляемых площадей (опоискованной и оцениваемой). Принимались к сведению опоискованные территории, достигавшие площади 2,8 тыс. км<sup>2</sup>. Оценка прогнозных площадей производилась через коэффициент продуктивности, под которым понималось отношение общего количества выявленных запасов в пределах обследованной территории (млн. м<sup>3</sup>) к размеру этой обследованной площади (тыс. км<sup>2</sup>). Коэффициент продуктивности для высокоперспективных площадей был установлен расчетами в пределах 30. Для перспективных площадей он был в среднем почти в 5 раз ниже и колебался от 5,6 до 7,7.

При определении общего объема выявленных запасов на опоискованной площади был принят поправочный коэффициент к запасам категории С<sub>2</sub>, равный 0,5.

Пояснительная записка к карте прогноза включала следующие разделы:

- 1) стратиграфия четвертичных отложений области и история их формирования;
- 2) условия локализации месторождений и их краткая характеристика;
- 3) карта прогноза, методика ее составления и оценка перспективных площадей;
- 4) состояние разведанных запасов и вопросы обеспечения области минеральным сырьем на перспективу;
- 5) основные рекомендации к проведению поисковых работ.

Существенное значение имеет методика прогнозирования песчано-гравийных месторождений на площадях, подвергшихся интенсивному воздействию процессов выветривания и слабо изученных в интересующем нас отношении.

Ниже конкретно рассмотрим методику решения задачи по расшифровке условий локализации месторождений.

**Разработка метода геологического прогнозирования месторождений.** В пределах Вологодской области известно около четырехсот месторождений и проявлений песчано-гравийного материала различных генетических типов. На балансе области числится всего девять крупных промышленных месторождений с запасами сырья по категориям А+В+C<sub>1</sub> 92 034 тыс. м<sup>3</sup> и по категории С<sub>2</sub> — 39 044 тыс. м<sup>3</sup>. Северо-Запад РСФСР, к которому относится и Вологодская область, является одной из наиболее богатых песчано-гравийным материалом территорий. Однако и здесь могут быть площади, в разной степени обеспеченные промышленными запасами песчано-гравийного материала. На рис. 8 видно, что большая часть районов рассматриваемой области не имеет местного разведенного сырья (например, для дорожного строительства). Задача карты прогноза — дать ответ: возможны ли месторождения на неизученных площадях, какие там могут быть генетические типы залежей и их масштаб, как велики могут быть общие (прогнозные) запасы сырья.

Эти данные должны определить целесообразность постановки поисковых и геологоразведочных работ, их направленность и последовательность, а также возможное размещение новых горнодобывающих предприятий.

Геологическая обстановка рассматриваемой области относительно проста. Наиболее молодые ледниковые отложения, представленные конечноморенными образованиями осташковского оледенения, развиты в основном на северо-западе, в районе оз. Белое, а также на водоразделе между ним и Онежским озером. В пределах площадей развития калининского и московского оледенений, в многочисленных понижениях рельефа развиты озерно-ледниковые образования, преимущественно од-

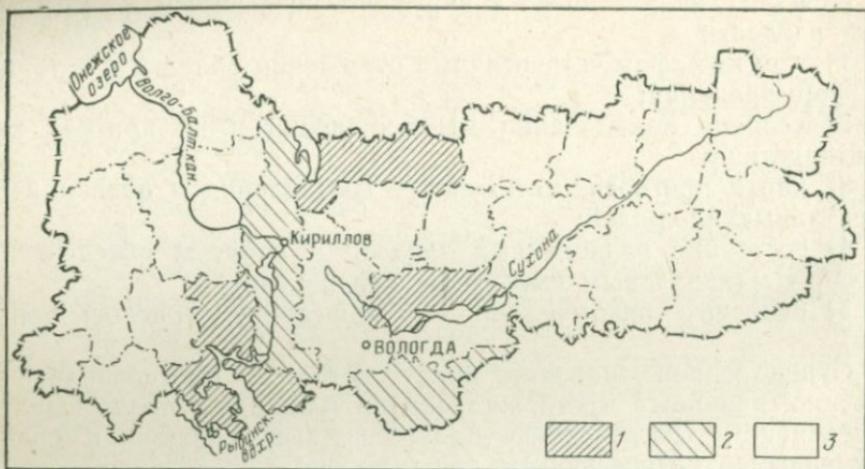


Рис. 8. Схема обеспеченности территории дорожно-строительным песчано-гравийным материалом:  
1 — район обеспечен и имеет избыток сырья; 2 — район обеспечен; 3 — район не обеспечен

новозрастные с окружающей их мореной. В пределах МологоШекснинской, Кубенской и Сухонской депрессий прослеживаются озерные и межледниковые образования, а по речным долинам — комплекс аллювиальных отложений.

В пределах древней долины, занятой в настоящее время р. Шексной, выявлены крупные песчано-гравийные месторождения — Коврижинское, Иванов Бор и Кузинское. Генетически их следует рассматривать как единое целое — результат деятельности одного флювиогляциального потока.

В верховьях долины — это типичный валунно-гравийный оз, содержащий более 30% крупных валунов (Коврижский участок). Затем в срединной части протяженностью около 3 км это сильно всхолмленная гряда шириной до 200—250 м с заметно увеличившимся содержанием гравийного материала (участок Иванов Бор).

Кузинское месторождение, завершающее с юго-востока эту залежь, представляет собой зандровую плоскохолмистую равнину. В полезной толще этой залежи содержится до 45% гравия; валуны единичны.

Общий объем запасов горной массы в этих трех участках около 30 млн. м<sup>3</sup>. Как правило, характерные для зоны развития конечноморенных отложений залежи типа озлов образуют скопления песчано-гравийного материала объемом до 1—3 млн. м<sup>3</sup>, в связи с чем Коврижинский оз (с объемом 18 млн. м<sup>3</sup>) — явление не совсем обычное.

В результате таяния Белозерского «языка» Осташковского ледника образовался ряд месторождений зандрового типа, таких, как Кузинское (объем горной массы около 1,5 млн. м<sup>3</sup>), Нелазское (3 млн. м<sup>3</sup>), Абакановское (около 60 млн. м<sup>3</sup>).

Степень сохранности первичных ледниковых форм рельефа калининского ледникового горизонта весьма низкая, в связи с чем достоверно к отложениям этого периода могут быть отнесены мелкие песчано-гравийные камы и озы зоны конечноморенных образований района Устюжны. Образование самого древнего, московского ледникового горизонта имеют еще более низкую степень сохранности первичных ледниковых форм. В пределах востока области на карте четвертичных отложений лишь на отдельных участках высоких водоразделов отмечено наличие холмисто-моренных образований этого периода.

Вопрос прогнозирования месторождений в зоне молодых ледниковых отложений на западе области определялся в основном степенью их геологической изученности и сводился, в общем, к выделению площадей с большей или меньшей интенсивностью развития камовых, озовых и зандровых отложений. Площадь развития конечноморенных отложений Осташковского ледника и прилегающая к ним полоса развития калининских ледниковых отложений признана высокоперспективной, что подтверждалось как общегеологическими данными, так и результатами поисковых работ, проведенных на отдельных участках. Всего здесь выявлено около 40 месторождений при среднем объеме их горной массы около 4—5 млн. м<sup>3</sup> (максимальный достигал 60 млн. м<sup>3</sup>).

Перспективой для постановки работ по выявлению песчано-гравийных отложений признана площадь развития молодых ледниковых отложений внутри пояса конечной морены (площадь развития основной морены Осташковского ледника к северу от оз. Белое). Месторождения здесь представлены в основном озами, камами и флювиогляциальными террасами. Возможны террасы озерно-ледникового характера. Объем запасов горной массы в залежах этой территории достигает 2,65 млн. м<sup>3</sup>.

В центральных районах области и на ее востоке, на площадях, подвергшихся эрозионно-абразионной переработке и не имевших уже почти повсеместно первичных ледниковых форм, были известны месторождения песков и песчано-гравийного материала, первичный флювиогляциальный характер которых наим по мере изучения их был отвергнут. Несомненно, существовала и закономерность в их локализации, благодаря наличию которой они группировались на одних и отсутствовали на других внешне равноценных участках. Несмотря на существование многочисленной геологической литературы, какого-либо объяснения генезиса этих вторичных залежей не найдено, так же как и сообщений об их существовании и условиях локализации.

Составленная на геолого-литологической основе карта месторождений и проявлений фиксировала лишь факт тяготения последних к моренным отложениям, в том числе не только к обширным площадям их развития, но и к небольшим «островного» характера участкам (встречающимся в пределах площадей развития безгравийных озерных и озерно-ледниковых отложений). Эта многочисленная группа месторождений была отнесена автором к перлювиальным (остаточным). Одновременно было отмечено, что в пределах площадей распространения моренных отложений перлювиальные залежи не повсеместны. Они группируются выборочно, подчиняясь неустановленной закономерности. Логично было предположить, что залежи, возникшие за счет размыва исходной породы (морены), локализуются там, где этот размыв проявился наиболее интенсивно, что и явилось второй предпосылкой к расширению условий локализации перлювиальных месторождений. Наиболее интенсивно эрозионно-абразионные процессы проявили себя в пределах бортов крупных впадин рельефа. В этих впадинах, как следует из истории геологического развития территории, в плеистоцене периодически возникали крупные водные бассейны — озерные, озерно-ледниковые, а в таких, как Северо-Двинская, и морские ингрессивные.

Несомненно, что на территории рассматриваемой нами Вологодской области крупные водные бассейны возникали неоднократно, причем водно-ледниковые не менее трех раз — в процессе таяния Московского, Калининского и Осташковского ледников. Поскольку при таянии ледников освобождалась огромная масса воды, все понижения рельефа затапливались, в том числе и участки, расположенные на восточной, наиболее древней территории области. Так, например, в период таяния Белозерского языка Осташковского ледника фронт его располагался вдоль депрессии озер Лача (Архангельская область) — Воже-Кубенское. В связи с тем, что отток вод по этой депрессии к северу в сторону Белого моря был перекрыт ледником, дренаж вод происходил через Присухонскую низину в другие сопряженные с нею крупные депрессии рельефа. Образовавшиеся в результате этого озерно-ледниковые бассейны заняли большую часть рассматриваемой территории, оставив в виде островов водораздельные пространства.

В какой-то мере подобная обстановка возникла и в период таяния Калининского ледника. Многократно возникавшие на рассматриваемой территории водно-ледниковые бассейны, сменявшиеся в последующем озерными бассейнами и водотоками, привели к значительной переработке и местами полностью уничтожили первичные ледниковые формы, сохранив их в какой-то мере лишь на водораздельных пространствах.

В пределах зоны, занятой водно-ледниковыми бассейнами, за счет абразионной их деятельности и в последующем за счет

эррозионной деятельности возникших здесь же речных потоков происходил размыв слагающих борта долин отложений. Там, где размыву подвергались гравийсодержащие породы, накапливался гравийный материал.

В районе г. Великий Устюг ряд месторождений этого типа разведан. Запасы сырья в них достигают 3 млн. м<sup>3</sup> и более (Нижне-Федосово — 3,6 млн. м<sup>3</sup>, Гремячево — 1,3 млн. м<sup>3</sup>).

Месторождения этого же типа разведаны и к югу от Вологды, а также вдоль трассы железной дороги Вологда — Архангельск, вдоль автодороги Никольск — Кичменгский Городок — Великий Устюг и т. д.

На рис. 9 показан характер локализации месторождений, установленный путем воссоздания палеограниц водных бассейнов и водотоков. Здесь же даны границы площадей, многократно обследовавшихся в целях выявления месторождений песчано-гравийного материала, в частности в полосе, тяготеющей к железной дороге Вологда — Сокол — Харовск — Архангельск. Выявленные проявления и месторождения тяготеют к зонам интенсивной переработки моренных отложений. Эти залежи располагаются соответственно ниже границ местных водоразделов, т. е. ниже горизонтальной плоскости +152, +160 м (являвшейся к тому же максимальной верхней границей возникавших поздне- и межледниковых бассейнов). Нижняя граница распространения залежей лежит примерно в пределах горизонтальной плоскости +120 м. Более низкие отметки рельефа приходятся на типично озерно-ледниковые и озерные образования, песчано-глинистые или мелкопесчанистые по литологическому составу. Весьма четко наблюдается тяготение песчано-гравийных отложений к не-

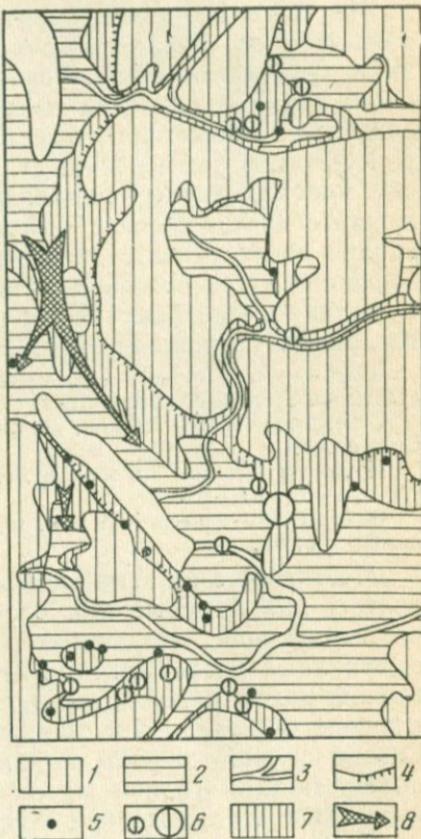


Рис. 9. Фрагмент геолого-литологической основы к прогнозной карте с элементами палеогеографии:  
 1 — валунные суглинки; 2 — озерно-ледниковые и озерные отложения (суглинки, супеси, мелкие пылеватые пески); 3 — аллювий (пески, супеси, суглинки); 4 — граница распространения древних бассейнов (абразионные скаты и уступы); 5 — проявления песчано-гравийного материала; 6 — месторождения, в том числе крупные; 7 — зона интенсивной переработки моренных отложений; 8 — направление стока талых вод ледника

большим моренным выходам, располагающимся в пределах озерно-ледниковых и озерных отложений. Это подтверждает, во-первых, их остаточный (перлювиальный) характер и, во-вторых, малую в этих условиях подвижность гравийного материала.

На северо-востоке территории (верховья р. Вожеги, впадающей в оз. Лача) многочисленные выявленные залежи невелики. Они имеют объем горной массы в пределах нескольких сотен тысяч кубических метров. Единственное крупное месторождение — Вожегское, имеет объем 3,7 млн. м<sup>3</sup>. В верховьях р. Кубены, в районе ж.-д. ст. Харовск, самым крупным является месторождение Баранихинское — 1,78 млн. м<sup>3</sup>. Наиболее крупные месторождения выявлены в Присуховской низине, что вполне согласуется с энергетическими возможностями существовавших здесь бассейнов и водотоков. Ниже приводим характеристику нескольких месторождений с указанием их генезиса по данным изучавших их геологов.

Шера — запасы горной массы составляют 0,96 млн. м<sup>3</sup>, флювиогляциальные отложения древней ложбины стока.

Сухонское — запасы 7,8 млн. м<sup>3</sup>, флювиогляциальные отложения древней ложбины стока.

Морженга — запасы 3,5 млн. м<sup>3</sup>, озовая гряда длиной 1000 м, шириной 200—800 м, высотой 5—8 м.

Березовское — запасы 17,9 млн. м<sup>3</sup>, флювиогляциальные отложения древней ложбины стока.

Месторождения, выявленные в верховьях р. Вожеги, определены как камовые или озовые, Баранихинское — как флювиогляциальное. На территории к западу и югу от Вологды выявленные месторождения имеют небольшие размеры, запасы горной массы колеблются в пределах 0,5—0,7 млн. м<sup>3</sup>, в двух случаях составляя 1,2 млн. м<sup>3</sup> (Шомбинское и Князевское). Самая крупная залежь, выявленная к югу от Вологды, имела объем запасов горной массы порядка 7,2 млн. м<sup>3</sup> (Комоловское). Все месторождения отнесены к флювиогляциальным.

Если принять площадь, охарактеризованную на рис. 9, за 100%, то на долю водоразделов приходится около 40%. Оставшаяся площадь (60%) показана на рис. 9. Выделив в пределах ее территории, занятые песчано-глинистыми отложениями, получим, что только 15—20% всей исходной площади представляют интерес для проведения поисковых работ. В данном случае 15% составляют ту часть исходной территории, на которой должны быть проведены поиски и где могут быть выявлены месторождения. Обратная ей величина (85%) характеризует размер отбракованной площади, где проведение поисковых работ нецелесообразно. Эта же цифра, представленная как 0,85, может быть названа коэффициентом результативности прогноза, под которым нами понимается отношение площади, признанной в процессе составления прогноза неперспективной для дальнейшего изучения, к общему

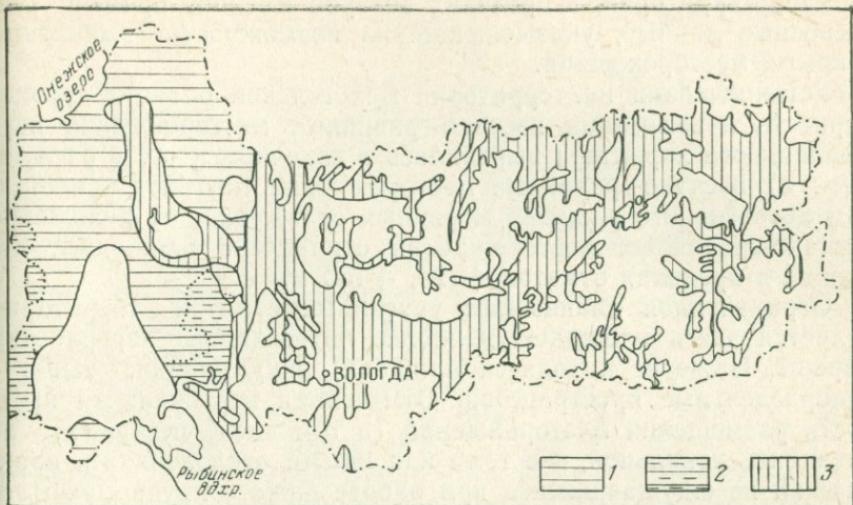


Рис. 10. Схема распространения песчано-гравийных отложений различных генетических типов:  
 1 — преимущественно флювиогляциальный внутриледниковый; 2 — преимущественно флювиогляциальный предледниковый; 3 — преимущественно перлювияльный

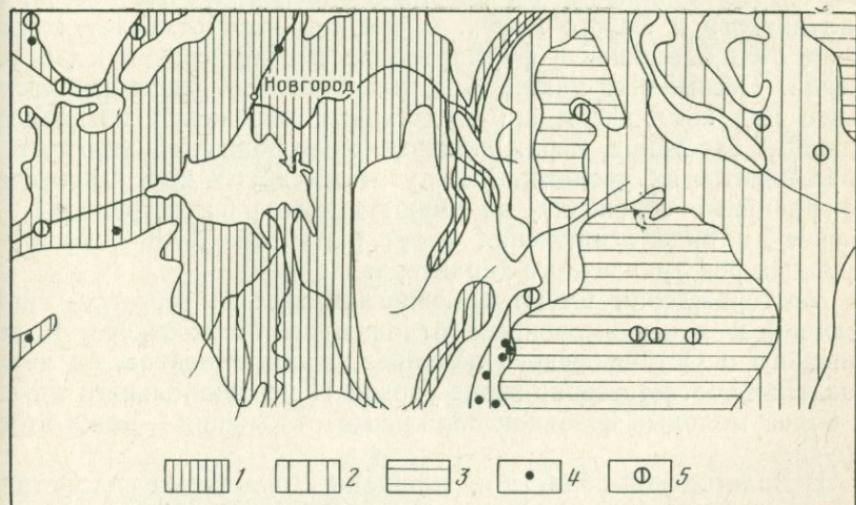


Рис. 11. Прогнозные площади возможной локализации песчано-гравийных отложений Новгородской области:  
 1 — нижний перлювияльный ярус; 2 — верхний перлювияльный ярус; 3 — площадь преимущественного распространения флювиогляциальных месторождений; 4 — проявления; 5 — месторождения

размеру территории, в пределах которой имелись прямые или косвенные данные, указывающие на возможность выявления искомых месторождений.

Установленная на территории Вологодской области закономерность локализации песчано-гравийных месторождений перлювиального характера выразилась в конечном итоге в следующем: а) песчано-гравийные месторождения тяготеют к площадям интенсивного размыва моренных отложений; б) положение песчано-гравийных месторождений ограничено площадью, лежащей в пределах отметок +120, +160 м.

Ограниченнная диапазоном указанных отметок территория является здесь площадью наиболее интенсивной переработки морены. Ниже ее находятся площади аккумуляции, выше — водораздельные пространства. Отмеченная вертикальная ярусность размещения месторождений (в том числе песчаных) не оказалась локальной, а с теми или иными отклонениями, практически не ощущавшимися при работе даже с крупномасштабными картами, проявилась и на территории других областей: Архангельской, Псковской, Новгородской, Ленинградской и т. д. Однако одновременно с этим было отмечено появление и новой генерации перлювиальных месторождений, приуроченных к ярусу, располагающемуся ниже абсолютных отметок +50 м. На рис. 11 и 12 показано размещение месторождений и контуры этих ярусов, в том числе нижнего, или I перлювиального, а также верхнего, или II перлювиального. В контуре нижнего яруса в днищах понижений располагаются морские или озерно-ледниковые отложения позднеледниковых бассейнов Балтийского и Белого морей. В связи с этим отмечается значение этих бассейнов в формировании песчано-гравийных отложений. Несомненно также, что, располагаясь гипсометрически выше над комплексом аккумулятивных отложений позднеледниковых бассейнов, перлювиальные месторождения тяготеют к абразионным их уровням. Между этими двумя ярусами песчано-гравийные отложения не имеют такого распространения и скорее в виде исключения могут быть выявлены в долинах крупных рек транзитного характера.

Месторождения имеют флювиогляциальный генезис, тяготеющий к конечноморенным отложениям Московского, Калининского и Осташковского ледников, и локализованы на водоизделах соответственно выше уровня II перлювиального яруса, а более молодые флювиогляциальные отложения — ниже этого яруса.

В Вологодской области на площади стока талых вод Осташковского ледника песчано-гравийные и песчаные отложения имеют исключительно широкое развитие. Здесь же выявлено одно из крупнейших на Северо-Западе, уже отмечавшееся нами, платообразное месторождение песчано-гравийного материала — Абакановское, внешне весьма напоминающее валунно-

гравийное месторождение Соловарака Мурманской области.

В результате установления указанной ярусности удалось разработать методику построения достоверных карт прогноза, в том числе и для площадей слабо изученных.

Составление прогнозной карты для любой геологической обстановки включает выполнение следующих последовательных операций общеметодического характера.

1. Построение карты месторождений и проявлений, а также карты геологической изученности территорий с выделением площадей проведенных поисковых работ и геологических съемок различного масштаба.

2. Составление геологической основы к карте прогноза — геолого-генетической или литолого-геологической карты при необходимости с элементами палеографической обстановки на период формирования залежей.

3. Выделение ведущих промышленно-генетических типов месторождений.

4. Выяснение вероятных источников поступления песка и гравия и путей формирования и условий локализации залежей на основе анализа конкретных данных, полученных при поисках и разведке месторождений и в процессе крупномасштабных съемок.

5. Разработка методики определения вероятных зон локализации месторождений, построение карты прогноза.

6. Составление пояснительной записки к карте и каталога месторождений и проявлений.

Если геологическая основа фиксирует все точки нахождения отложений, с которыми могут быть связаны месторождения, или выделяет конкретные зоны нахождения этих перспективных отложений, составление карты прогноза может быть

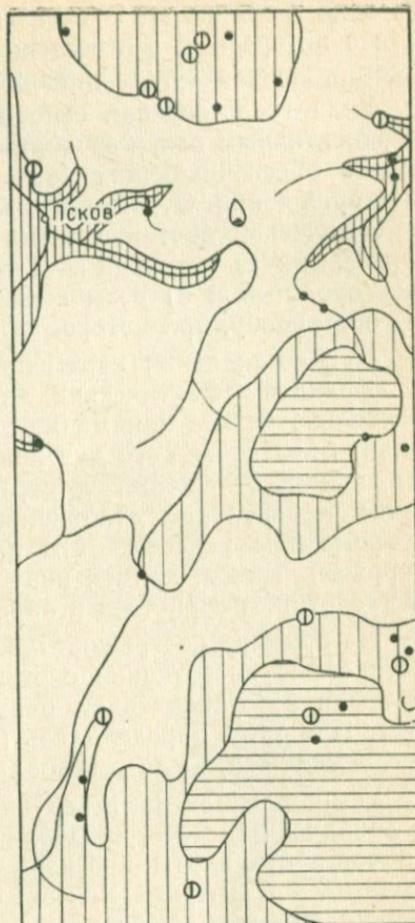


Рис. 12. Прогнозные площади возможной локализации песчано-гравийных отложений Псковской области.

Условные обозначения см. к рис. 11

сведено к оценке этих точек или зон, выявлений среди них наиболее интересных в отношении вероятного объема запасов, качества, горно-эксплуатационных условий и т. д.

Если геологическая основа недостаточна для выделения перспективных зон, необходима разработка предпосылок, в сумме обеспечивающих четкое определение зон локализации месторождений. Эти предпосылки в зависимости от конкретной геологической обстановки могут быть различны, но должны учитывать: а) источник поступления обломочного материала в месторождения; б) возможные пути переноса этого материала; в) обстановку, при которой шло формирование залежи.

При составлении карты прогноза, особенно для территорий с дефицитом фактических данных, от исполнителя требуется не только четкое понимание задачи. Необходима также специальная подготовка его для понимания динамики процессов формирования отложений четвертичного комплекса. Многие генотипы четвертичных отложений весьма контрастно отражены в современном рельефе — это различные выровненные участки, террасы, гряды, холмы, конусы выноса, шлейфы и т. д. Этим же генотипам свойствен и определенный литологический состав.

На примере построения одной из карт нами было продемонстрировано воссоздание обстановки на период формирования залежей восстановлением некоторых элементов палеогеографии. При этом определились и непременные условия формирования залежей, была установлена площадь их локализации.

Установленная нами вертикальная ярусность, или поясность, в локализации месторождений остаточного характера позволила составить карты прогноза для слабо изученных районов Вологодской и Архангельской областей и подтвердилась на соседних территориях, исключая тектонически активный Кольский полуостров.

Первый нижний ярус месторождений генетически связан с периодом трансгрессий Белого и Балтийского морей конца верхнего плейстоцена. Верхняя граница этого яруса нами проводится на уровне отметок +45, +50 м. Днища понижений рельефа, входящих в этот ярус, заняты озерно-ледниковых и морскими отложениями позднеледниковых верхнеплейстоценовых бассейнов Белого и Балтийского морей. Месторождения гравия и песка остаточного характера нами увязываются с полосой абразии этих бассейнов.

Второй верхний ярус для Вологодской области отмечен в пределах отметок +120, +160 м и примерно на этом же уровне повторился на территории соседних областей. Формирование месторождений происходило в условиях водных бассейнов, а сопоставимость этих уровней абразии на значительных площадях заставляет предположить и здесь деятельность тех же

бассейнов Белого и Балтийского морей в период их межледниковых ингрессий. Выше нами отмечалась сопоставимость террасовых уровней различных побережий земного шара, что является несомненным подтверждением глобального характера изменений базиса эрозии.

Возникновение перлювиальных залежей можно предположить не только за счет переработки ледниковых образований, но и на других территориях за счет коллювия, делювия, пролювия и т. д. Предполагая широкое значение и распространение выявленной нами ярусности, мы имеем в виду возможность прогнозирования не только строительных песков и песчано-гравийного материала, но и других типов отложений четвертичного осадочного комплекса. Одновременно следует и предостеречь от слепого копирования в выделении этой ярусности.

Результаты решения вопроса прогнозирования, даже если известны общие закономерности локализации, зависят и от специфики геологической обстановки, и от степени подготовленности исполнителя к решению поставленных задач.

**Промышленно-генетическая классификация месторождений песка и песчано-гравийного материала.** Выше были рассмотрены основные генетические типы промышленных месторождений песчано-гравийного материала и песка, зарегистрированных на территории СССР балансом запасов. При этом генезис месторождений рассматривался именно так, как это было установлено в процессе их разведки полевыми исполнителями. Нами были рассмотрены общие вопросы формирований месторождений, в том числе в условиях территорий, покрывавшихся материковыми ледниками, а также в условиях горных областей и приморских равнин. Одновременно были пересмотрены все главные генетические типы залежей и дана характеристика условий формирования их.

С учетом вышеизложенного нами разработана следующая классификация месторождений промышленного типа:

**A. Образования водных потоков и бассейнов ледниковой генерации.**

I. Отложения территории краевой ледниковой и внутриледниковой аккумуляции:

1. Отложения внутриледниковых потоков: а) русловые (озы); б) дельтовые (зандры).

2. Отложения внутриледниковых бассейнов (камы).

II. Отложения приледниковой абразионно-аккумулятивной территории.

1. Флювиогляциальные отложения древних ложбин стока талых ледниковых вод (горных зон и зон материковых оледенений).

2. Озерно-ледниковые отложения.

**B. Образования водных потоков и бассейнов неледниковой генерации.**

1. Речные  
2. Озерные } Древние и современные отложения.  
3. Морские }

B. Эоловые образования.

## ПОИСКИ И РАЗВЕДКА

## Глава V.

ТРЕБОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ К  
МЕСТОРОЖДЕНИЯМ ПЕСКА И ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОГО  
МАТЕРИАЛА

Месторождение, которое технически возможно и экономически целесообразно разрабатывать, считается промышленным. Для месторождений песка и гравия, даже если они вполне удовлетворяют сформулированным выше требованиям и являются с этих позиций промышленными, необходимо еще выполнение целого ряда условий. Простейший пример тому — расположение месторождения в зоне охраны ландшафта. Полевой исполнитель должен четко знать, что не только объем запасов, условия их залегания, качество сырья и расстояние до потребителя определяют ценность месторождения. Приступая к работам, он уже должен быть уверен в том, что данная территория доступна для организации на ней карьера, который не будет отрицательно влиять на прилегающую территорию и, в свою очередь, не будет испытывать вредных воздействий окружающей среды. Здесь мы обращаем внимание полевых исполнителей на те требования, которым должно удовлетворять выявляемое месторождение, чтобы стать доступным для эксплуатации.

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ПЕСКА, ГРАВИЯ  
И ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОГО МАТЕРИАЛА

В зависимости от целевого назначения промышленность предъявляет соответствующие требования к качеству материала — пескам, гравию, щебню и гравийно-песчаной (естественной или искусственной) смеси. Эти требования закладываются в соответствующие ГОСТы (Государственные стандарты) и СНиПы (Строительные нормы и правила).

Ниже рассмотрим эти требования применительно к главным отраслям потребления песка и песчано-гравийного материала.

**Общие требования к гравию (щебню из гравия и валунов) и строительным пескам.** Общие требования к гравию определяет ГОСТ 8268-74 («Гравий для строительных работ»). Действие стандарта распространяется на гравий для армированных и неармированных бетонов, приготовления искусственной гра-

вийно-щебеночной смеси для железнодорожного балласта, а также на гравий для строительства автомобильных дорог.

Общие требования к щебню из гравия и валунов определены ГОСТом 10260-74 («Щебень из гравия для строительных работ»). Стандарт распространяется на щебень, получаемый из гравия и валунов и предназначаемый для армированных и неармированных бетонов, гравийно-щебеночной смеси для балластировки железнодорожного пути и для строительства автомобильных дорог.

Этими ГОСТами устанавливается, что гравий (щебень) не должен содержать: 1) зерен лещадной (игольчатой) формы более 35% по весу; 2) слабых (выветрелых) зерен — не более 15%; 3) пылевато-глинистых примесей — не более 2%; 4) вредных органических примесей (при использовании гравия в бетоне).

В зависимости от назначения материала определяются: 1) дробимость при сжатии (раздавливании) в цилиндре; 2) истираемость в полочном барабане (для строительства автодорог); 3) сопротивление удару на копре «ПМ» (для железнодорожного балласта); 4) морозостойкость — непосредственным замораживанием (для предварительной оценки разрешается проводить испытания в растворе сернокислого натрия).

Общие требования к строительным пескам устанавливает ГОСТ 8736-67 «Песок для строительных работ». Стандарт определяет требования к пескам для бетона, для строительных растворов, железнодорожного путевого балласта и строительства автодорог.

ГОСТ устанавливает группы песка в зависимости от его фракционного состава (табл. 26).

Таблица 26  
Классификация песков по модулю крупности  
и зерновому составу

Группа песка	Полный остаток на сите № 063, вес. %	Модуль крупности $M_k$
Крупный	Более 50	Более 2,5
Средний	30—50	2,5—2,0
Мелкий	10—30	2,0—1,5
Очень мелкий	Менее 10	1,5—1,0

Пески с модулем крупности менее 1,0 не должны применяться для строительных работ.

ГОСТ 8736-67 ограничивает содержание в песках фракции +5 мм, слюды не более 1%, сернистых и сернокислых соединений (в пересчете на  $\text{SO}_3$ ) не более 0,5%, пылевато-глинистых и глинистых примесей соответственно не более 3 и 0,5%.

Содержание частиц размером менее 0,14 мм не должно быть более 10%, при этом в песках для строительных растворов допускается содержание этих включений до 20% (содержание фракции менее 0,14 мм в песках для асфальтобетона — по соглашению поставщика с потребителем).

Содержание органических примесей в песках ограничивается лишь при использовании их в бетоне и строительных растворах. В большинстве случаев в целях комплексного изучения месторождений полевые и лабораторные исследования геологи ориентируют применительно к требованиям рассмотренных выше стандартов. При узкоцелевом направлении работ ориентировать их следует на требования отраслевых ГОСТов и СНиПов, которые не только конкретизируют в каждом отдельном случае требования, рассмотренные ГОСТ 8268-74 и 8736-67, но и предусматривают ряд новых исследований, уточняющих качество сырья.

**Гравий и песок для обычного (тяжелого) бетона.** Основные требования изложены в ГОСТ 10268-70 «Заполнители для тяжелого бетона». Этим ГОСТом к гравию отнесены окатанные обломки горных пород размером 5—70 мм. Соответственно песок имеет фракцию менее 5 мм, валуны — крупнее 70 мм.

В гравии (и щебне из гравия) ограничивается содержание: 1) органических примесей; 2) зерен лещадной (пластиначатой и игловатой) формы (не более 35%); 3) слабых и выветрелых пород (не более 10%); 4) пылевато-глинистых примесей (не более 1%; наличие глины в виде комьев в количестве более 0,25% или в виде пленки на гравии не допускается).

Для гравия определяется марка по дробимости при сжатии (раздавливании) в цилиндре.

Обязательным является прямое испытание гравия в бетоне при условии получения: а) бетона марки «300» с применением аллювиального гравия с сильно окатанной поверхностью; б) бетона марки «400» с применением гравия любого происхождения.

В соответствии с ГОСТ 10268-70 морозостойкость гравия (и щебня из гравия) должна обеспечивать получение бетона требуемой марки (по морозостойкости).

ГОСТ 8268-74 («Гравий для строительных работ. Общие требования») предусматривает, что в том случае, если гравий содержит более 15% зерен слабых пород или содержит рудные минералы, сернистые и сернокислые соединения, а также аморфные разновидности кремнезема, возможность использования гравия определяется специальными его исследованиями в бетоне.

Пески, применяемые как мелкий заполнитель в бетон, должны иметь в первую очередь соответствующий гранулометрический состав (ГОСТ 10268-70), при котором: 1) модуль крупно-

сти — в пределах 2,1—3,25; 2) полный остаток на сите 063—35—70%; 3) проход через сито 014 — не более 10%.

Этот же ГОСТ ограничивает содержание: а) пылевато-глинистых примесей в природном песке — не более 3%, в фракционированном — не более 2%; б) глины в природном песке — не более 0,5%, в фракционированном — не более 0,25%.

Пески, как и гравий, не должны содержать вредные органические примеси.

**Гравий и песок для гидротехнического бетона.** В отличие от обычных бетонов гидротехнические бетоны применяются в сооружениях, находящихся непрерывно или периодически в контакте с водной средой (морские и речные причалы, мостовые опоры и т. д.), в связи с чем повышенные требования предъявляются здесь не только к цементам для их изготовления, но и к наполнителю бетона, какими и являются гравий и песок.

В соответствии с ГОСТ 4798-69 «Бетон гидротехнический. Технические требования» этот бетон в зависимости от его расположения по отношению к уровню воды подразделяется на: 1) бетон подводный (находящийся в воде постоянно); 2) бетон зоны переменного уровня воды и 3) бетон надводный (находящийся выше зоны переменного уровня воды).

Требования к материалу для изготовления гидротехнического бетона определяются ГОСТ 4797-69 «Бетон гидротехнический. Технические требования к материалам для его изготовления». Этим стандартом весьма жесткие требования предъявляются к зерновому составу (к гравию отнесены зерна размером до 120 мм). Стандарт рекомендует при проведении геологоразведочных работ весьма тщательно определять наличие в гравии аморфного кремнезема и его модификаций (петрографическим, химическим или другими способами). Отметим, что гравий из опала и опаловидных пород не пригоден для бетона.

ГОСТ 4797-69 предъявляет более жесткие требования к бетонам зоны переменного уровня воды по сравнению с подводными бетонами, и соответственно в гравии ограничивается содержание: а) пылевато-глинистых примесей (1—2%); б) органических примесей; в) сернистых и сернокислых соединений (не более 0,5% в обоих случаях); г) зерен слабых пород (соответственно не более 5 и 10%); д) зерен игловатых и лещадных (не более 15% в обоих случаях).

Для окончательного заключения о пригодности гравия для гидротехнического бетона необходимы его испытания в бетоне. На основании этих испытаний определяются: 1) морозостойкость гравия в бетоне; 2) предел прочности бетона на сжатие (марка гидротехнического бетона); 3) степень опасного взаимодействия реакционноспособных заполнителей (опала) с щелочами цемента.

К пескам для гидротехнического бетона по сравнению с песками для обычного бетона предъявляются по тем же позициям более жесткие требования. В первую очередь это касается их гранулометрического состава, содержания пылевато-глинистых примесей и опала (опал и другие виды аморфного реакционноспособного кремнезема не допускаются).

В случае необходимости использования песков в бетонах марки «Мрз-300» зоны переменного уровня воды требуется в соответствии с ГОСТ 4797-69 проведение испытаний песка на морозостойкость.

Таблица 27

**Класс гравия по результатам определения дробимости и истираемости материала**

Класс	Дробимость	Истираемость
1	«Д—8»	«И—20»
2	«Д—12»	«И—30»
3	«Д—16»	«И—45»
4	«Д—20»	«И—55»

Этих определений устанавливается класс гравия (или щебня из гравия).

**Гравий и песчано-гравийный материал для строительства автодорог.** Качество гравия и гравийно-песчаного материала определяется СНиПом 1-Д.2-70 «Автомобильные дороги. Материалы и изделия».

Гравием считаются зерна размером 5—70 мм. Для оценки качества гравия определяются: а) марка по дробимости; б) марка по износу в полочном барабане. На основании

Таблица 28

**Требования к составу гравия и содержанию примесей (в % к общей массе гравия)**

Область использования	Слабые зерна	Лещадные зерна	Пылевато-глинистые примеси	
			карбонатные породы	прочие породы

**Для цементно-бетонных покрытий и оснований**

a. однослоиные и верхний слой двухслойных покрытий	7	25	2	1
b. нижний слой двухслойных покрытий и оснований	10	—	3	1

**Для покрытий из битумо-минеральных смесей**

a. верхний слой	10	15	3	2
b. нижний слой	15	25	4	3
b. основание	15	35	4	3

**Для оснований из гравия**

a. необработанного	10	25	2	2
b. обработанного цементом или другими вяжущими	15	—	3	1

Класс гравия и требования к содержанию в нем слабых и лещадных зерен и пылевато-глинистых примесей приведены в табл. 27, 28.

Весьма высокие требования предъявляются к гравию по морозостойкости, ограничивается также содержание водорастворимых солей. Содержание вредных органических примесей ограничивается лишь в случае использования гравия в цементобетонах. При использовании гравия с органическими вяжущими исследуется скрепляемость его с битумом, а при низких показателях разрабатывается методика повышения ее активности (активизация поверхности зерен).

Пески, используемые в автодорожном строительстве, должны соответствовать требованиям ГОСТ 8736-67 «Песок для строительных работ. Общие требования» и, кроме того, в зависимости от области его применения соответствовать также требованиям ГОСТов: а) 9128-67 «Смеси асфальтобетонные (горячие и теплые) дорожные и аэродромные»; б) 10268-70 «Заполнители для тяжелого бетона»; в) 15147-69 «Смеси асфальтобетонные (холодные) дорожные»; г) 17060-71 «Смеси битумоминеральные (горячие, теплые, холодные) дорожные и аэродромные».

Требования к содержанию в песках пылевато-глинистых примесей приведены в табл. 29.

Таблица 29

Требования к содержанию в песках пылевато-глинистых  
и глинистых примесей

Назначение песка	Содержание пылевато-глинистых примесей, %	
	всего	в том числе глинистых примесей
Для покрытий асфальтобетонных, цементобетонных и битумоминеральных	3	0,5
Для оснований, обработанных вяжущими	3	0,5
Для дренирующих и морозозащитных слоев	5	0,5

Содержание органических примесей в песках ограничивается лишь при использовании их для изготовления дорожных бетонов. Если предполагается использовать пески как дренирующий материал, то необходимо определять коэффициент фильтрации.

При строительстве автодорог кроме гравия и песка широко используется их природная или искусственно составляемая

смесь, гранулометрический состав которой должен соответствовать требованиям, изложенным в табл. 30.

Таблица 30

Требования к гранулометрическому составу природной или искусственной гравийно-песчаной смеси для гравия 1—2 классов  
(количество зерен, прошедших через сито)

Назначение смеси	Номер смеси	Размер сит, мм			
		70	40	20	10
Для необработанных покрытий	1	—	100	60—80	45—65
	2	—	—	80—95	65—90
	3	—	—	—	90—100
Для оснований	1	100	40—60	20—40	20—35
	2	100	60—80	40—60	35—50
Для подстилающих слоев	1	100	80—90	60—80	35—75
	2	—	95—100	90—100	60—90

Продолжение табл. 30

Назначение смеси	Номер смеси	Размер сит, мм			
		5	2,5	0,63	Менее 0,05
Для необработанных покрытий	1	30—55	20—45	15—35	7—20
	2	50—75	35—65	20—45	8—25
	3	70—85	45—75	25—55	8—25
Для оснований	1	15—25	10—15	5—10	0—3
	2	20—35	15—25	5—15	0—5
Для подстилающих слоев	1	25—60	15—50	10—30	0—3
	2	30—70	20—55	15—40	0—3

Если природный материал по гранулометрическому составу не удовлетворяет требованиям табл. 30, он корректируется добавками — недостающими фракциями. При использовании гравия 3—4 классов его зерновой состав определяется лишь после испытания материала раздавливанием в стальном цилиндре.

Вместо корректировки состава смеси добавками применяется ее укрепление (стабилизация) различного рода вяжущими — цементом, битумом, дегтем и т. д.

**Щебень из гравия и песчано-гравийный материал для железнодорожного пути.** К щебню отнесены зерна размером от 3 до 60 мм. Основные требования изложены в ГОСТ 7393-71

«Щебень из валунов и гальки для балластного слоя железнодорожного пути».

В щебне ограничивается содержание: 1) пылевато-глинистых примесей; 2) слабых зерен (не более 10%).

При изучении щебня необходимо определять: 1) водопоглощение (должно быть не более 1,5%); 2) сопротивление удару на копре «ПМ» (марка должна быть не менее «У-50»); 3) морозостойкость (марка должна быть в пределах «Мрз-15»—«Мрз-25»).

Требования к гравию карьерному (природной гравийно-песчаной смеси) изложены в ГОСТ 7394-70 «Гравий карьерный для балластного слоя железнодорожного пути».

Гравий карьерный должен: 1) состоять из крепких пород (слабых не более 15%); 2) не содержать зерен крупнее 100 мм, содержание фракций 60—100 мм не более 5%; 3) содержать песок (фракцию менее 3 мм) в пределах 20—50%, причем в том числе фракцию 0,5 не более 50% от всего песка. Песок должен иметь в своем составе не менее 50% кварцевых зерен; 4) содержать в зависимости от фракционного состава не более 4—6% пылевато-глинистых примесей (в том числе 0,5—1% глины). Если карьерный гравий предполагается использовать в качестве подушки, допускается содержание пылевато-глинистых примесей до 15% (глины не более 1%); 5) коэффициент фильтрации должен быть не менее 20 м/сут.

Песок для балластного слоя разделяют на крупный (не менее 50% фракции более 1 мм) и средний (не менее 50% фракции более 0,5 мм).

Песок должен содержать: 1) зерен крупнее 60 мм не более 5%; 2) пылевато-глинистых примесей, в том числе глины, не более 10—15% (в зависимости от назначения).

**Пески для производства силикатных и газосиликатных изделий.** Технических требований на уровне государственных стандартов к качеству песков не имеется. Окончательное заключение о пригодности песков для силикатного производства основывается на результатах изготовления и испытаний опытной серии изделий (кирпича, блоков, панелей) в заводских условиях (так называемые полузаводские испытания сырья). Предварительное заключение о возможности использования песка в этих целях может быть получено в результате изготовления и испытания лабораторных изделий (кубов, цилиндров) из песка изучаемого месторождения (лабораторно-технологические исследования).

При проведении полевых работ по выявлению силикатных песков следует руководствоваться следующим.

Пески не должны содержать: 1) включения гравия; 2) включения глины в виде комочеков (содержание распыленных пылевато-глинистых примесей до 10% допускается); 3) вредные органические примеси.

Пески должны иметь: 1) разнозернистый состав; 2) угловатую форму зерен и шероховатую их поверхность; 3) не более 10% тонкораспыленного пылевато-глинистого материала; 4) не менее 90% кремнезема (кварца).

Технология получения силикатного кирпича заключается в составлении оптимальной смеси «песок — известь», а также в прессовании кирпича-сырца и автоклавной его обработке (обработка насыщенным паром при повышенных давлении и температуре). Если песок удовлетворяет всем перечисленным требованиям, образуется искусственный камень необходимой прочности и морозостойкости.

Требования к готовым изделиям определяют государственные стандарты, в частности на кирпич силикатный лицевой и рядовой ГОСТ 379-69.

Технология изготовления газосиликатных изделий (ячеистого бетона, пенобетона) на базе кварцевых песков и вяжущих аналогична получению силикатных изделий. Отличие заключается лишь в применении вибромолотого песка, а также специального реагента, способствующего образованию в смеси «песок — вяжущее» микропор. При проведении геологопоисковых и разведочных работ к пескам для получения газосиликата предъявляются те же требования, что и к пескам при изготовлении силикатных изделий, однако особого значения их зерновому составу не придается.

Министерством промышленности строительных материалов СССР установлен отраслевой стандарт ОСТ 21—1-72 «Песок для производства силикатного кирпича и изделий из автоклавных бетонов».

В зависимости от назначений этим ОСТом ограничено содержание: 1)  $\text{SiO}_2$  для силикатного кирпича — не менее 50%, для ячеистого бетона — не менее 90% и для приготовления компонента вяжущего — не менее 75%; 2) сернистых и сернокислых примесей в пересчете на  $\text{SO}_3$  — не более 2%; 3) щелочей в пересчете на  $\text{Na}_2\text{O}$  для тяжелого бетона и кирпича силикатного — не более 3,6%, для ячеистого бетона — не более 0,9% и для приготовления компонента вяжущего — не более 2,7%; 4) слюды — не более 0,5%; 5) пылевидных, илистых и глинистых частиц: для кирпича силикатного — не более 10%, для тяжелого бетона и компонента вяжущего — не более 5% и для ячеистого бетона — не более 3% (глинистых примесей соответственно не более 2; 1; 0,5 и 0,5%); 6) органических примесей: при определении колориметрическим способом цвет жидкости — не темнее эталона.

Фракционный состав песков определяется требованиями, приведенными в табл. 31.

Зерновой состав для остальных целей не нормируется.

Если пески не удовлетворяют требованиям ОСТ 21—1-72,

то они могут быть использованы для автоклавных бетонов и силикатного кирпича.

Таблица 31

Зерновой состав песка для тяжелого бетона  
и силикатного кирпича (ОСТ 21-1-72)

Размеры отверстий сит, мм	Полные остатки на ситах, %	
	песок-заполнитель для тяжелого бетона	песок для силикат- ного кирпича
5	0—0	0—0
2,5	0—20	0—10
1,25	5—45	0—18
0,63	20—70	10—47
0,315	70—90	30—80
0,14	90—100	60—90
0,08	—	70—95

**Пески для отощения глин при изготовлении изделий грубой керамики.** Кирпичными заводами для производства глиняного строительного кирпича и изделий грубой керамики весьма часто используются глины с избыточной пластичностью. Кирпич-сырец и прочие отформованные изделия из такой глины, обладающей повышенной чувствительностью к сушке, образуют трещины и деформируются. В этом случае для отощения этих, так называемых жирных глин применяются в основном пески, причем наибольший интерес представляют в них фракции от 0,15 до 1,5 мм. Специального требования к пескам-отощителям не предъявляется. Выяснение возможности использования конкретных песков как отощителей и подбор состава шихты (соотношения глина — песок) производится в лабораторных условиях, проверка и уточнение полученных результатов и отработка всей технологии — на основе проведения пробного изготовления кирпича (заводские или полузаводские исследования).

ТРЕБОВАНИЯ К СТЕПЕНИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ  
И МАСШТАБУ ЗАЛЕЖИ

**Промышленные месторождения.** Действующая «Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям песка и гравия» выделяет (в зависимости от природных факторов) три группы месторождений:

Группа 1. Крупные и средние пластовые с выдержаным строением и мощностью полезной толщи и качеством песков и гравия.

Группа 2. Крупные и средние, пластовые и пластообразные, с невыдержаным строением (с прослойками некондиционных пород) и мощностью полезной толщи или изменчивым

качеством песков и гравия. Сюда же отнесены залежи небольшие, линзообразные или неправильной формы, с невыдержаным строением и резко изменчивой мощностью полезной толщи или непостоянным качеством песков и гравия.

Группа 3. Месторождения (участки) очень сложного строения с резко изменчивой мощностью тел полезных ископаемых или невыдержаным содержанием полезных компонентов.

Отнесение месторождения к той или иной группе зависит от: а) характера строения его продуктивной толщи; б) масштаба залежи. В зависимости от этих особенностей выбирается геологоразведочная сеть выработок для каждой стадии изучения залежи и количество этих стадий, что в конечном итоге определяет собой степень разведенности залежи. В зависимости от степени разведенности месторождения, изученности его качества и условий разработки в соответствии с действующей Инструкцией ГКЗ, 1961 г. выделяются четыре категории подсчета запасов — А, В, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>.

Запасы категории А в соответствии с инструкцией обеспечиваются лишь при разведке месторождений группы 1, а категории В — группы 2. В соответствии с инструкцией месторождения группы 3 разведуются с детальностью, обеспечивающей подсчет запасов по категории С<sub>1</sub>, на основе которой разрешается строительство горнодобывающих предприятий.

Инструкцией ГКЗ 1961 г. предусматривается для категории В месторождений группы 1 возможность проведения контура подсчета запасов через точки экстраполяции. Расстояние экстраполяции не превышает расстояния между выработками для категории А. Для категории С<sub>1</sub> экстраполяция допускалась от контуров запасов категорий А и В. Практически к настоящему времени более жесткие требования к категоризации запасов заставляют авторов отчетов отказываться от подсчета запасов категорий В и С<sub>1</sub> в контуре экстраполяции, в связи с чем контур подсчета запасов этих категорий проводится по выработкам.

К категории С<sub>2</sub> относятся запасы, оцененные предварительно. Условия залегания, форма и распространение тел полезного ископаемого определены на основании геологических и геофизических данных, подтвержденных вскрытием полезного ископаемого в отдельных точках (либо по аналогии с изученными участками).

Помимо рассмотренных Инструкция ГКЗ выделяет так называемые прогнозные запасы — предполагаемых залежей песков и песчано-гравийного материала, не вскрытых выработками.

Запасы полезных ископаемых по их народнохозяйственному значению делятся на балансовые и забалансовые.

*Балансовые* запасы экономически целесообразно использо-

вать, так как они удовлетворяют требованиям, предъявляемым к ним промышленностью.

Забалансовые запасы экономически использовать в настоящее время нецелесообразно вследствие небольшого их количества, незначительной мощности, сложных условий эксплуатации и т. д.

При разведке месторождений песка и песчано-гравийного материала Инструкция ГКЗ 1961 г. предусматривает возможность применения следующей сети выработок (табл. 32).

Таблица 32

Таблица определения плотности сети выработок при поисках и разведке месторождений песка и песчано-гравийного материала

Группа месторождений	Тип месторождений	Расстояние между выработками (м) для категорий		
		A	B	C <sub>1</sub>
1	Крупные и средние пластовые с выдержаным строением и мощностью полезной толщи и качеством песков и гравия	100—200	200—300	300—600
2	Крупные и средние, пластовые и пластообразные с невыдержаным строением (с прослойками некондиционных пород) и мощностью полезной толщи или изменчивым качеством песков и гравия (различные сорта и марки не геометризуются в пространстве)	—	100—200	200—400
3	Небольшие линзообразные или неправильной формы с невыдержаным строением и резко изменчивой мощностью полезной толщи или непостоянным качеством песка и гравия	—	50—100	100—200

Для залежей вытянутой формы, изучение которых производится по линиям, расположенным вкrest протяженности залежей, указанные в таблице цифры отражают расстояния между этими линиями. Расстояния между выработками по линиям должны быть сокращены в зависимости от формы, размеров и других геологических особенностей залежи. Одновременно с этим Инструкция отмечает, что «... приведенные в таблице... расстояния между разведочными выработками не являются обязательными и не должны сдерживать инициативу геологов при выборе наиболее рациональной разведочной сети».

Месторождения группы 3 Инструкцией в таблицу не введены в связи с тем, что они «в настоящее время практического значения не имеют». К этой группе инструкция относит «... месторождения (участки) более сложного строения с резко изменчивой мощностью тел полезных ископаемых или исключи-

тельно невыдержаным содержанием полезных компонентов, на которых в процессе разведки нецелесообразно выявлять запасы категории В. Проектирование горнодобывающих предприятий и выделение капитальных вложений на строительство новых и реконструкцию действующих горнодобывающих предприятий допускается на базе запасов категории С<sub>1</sub>.

Вышеприведенной таблицей не учтены небольшие месторождения с выдержаным строением (например, эрозионные останцы аналогичных крупных и средних месторождений).

В соответствии с требованиями Инструкции ГКЗ при разведке промышленных месторождений группы 1 (месторождения простого строения с выдержанной мощностью полезной толщи и равномерным распределением полезных компонентов) не менее 30% разведанных запасов должно быть разведано по категориям А и В, в том числе не менее 10% — по категории А. При разведке месторождений группы 2 (месторождения сложного строения с невыдержанной мощностью полезной толщи или неравномерным распределением полезных компонентов) не менее 20% запасов должно быть разведано по категории В. Категория А для этой группы месторождений нецелесообразна.

Увеличение для этих месторождений запасов высоких промышленных категорий (свыше указанных пределов) без должного обоснования нецелесообразно, за исключением небольших месторождений, разработка которых будет производиться без эксплуатационной разведки (Инструкция ГКЗ 1961 г.).

С учетом вышеизложенного в контуре подсчета запасов промышленного месторождения (обеспечивающего деятельность горнодобывающего предприятия на полный, т. е. 25-летний, срок амортизации) отдельные площади разведываются с различной степенью детальности. В соответствии с требованиями инструкции горнодобывающее предприятие обеспечивается запасами сырья, разведенного с высокой степенью детальности на срок 5—7 лет.

В большинстве случаев после отработки этих запасов горнодобывающее предприятие своими силами или силами геологоразведочной организации производит перевод оставшихся запасов категории С<sub>1</sub> в более высокие промышленные категории или на уровне эксплуатационной разведки детализирует только условия залегания полезной толщи, отдельные его качественные показатели и т. д.

К настоящему времени для интересующих нас песка и песчано-гравийного материала не разработана классификация месторождений по их масштабу, в связи с чем такие символы как «мелкое», «небольшое», «среднее», «крупное» трактуются большей частью произвольно либо вообще не конкретизируются, как это сделано Инструкцией ГКЗ.

Месторождения песка и гравия имеют вполне определенных потребителей; это в первую очередь горнодобывающие предприятия, с позиций которых и необходимо подходить к классификации залежей. Нормативными технико-экономическими показателями («Технико-экономические показатели предприятий промышленности нерудных строительных материалов». Госстройиздат, 1961 г.) выделяются следующие группы предприятий по их производительности (табл. 33). С учетом этих дан-

Таблица 33

Годовая производительность типовых предприятий по добыче и обогащению песка и песчано-гравийного материала

Характеристика предприятия	Годовая производительность, тыс. м <sup>3</sup>						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Гравийно-сортировочное предприятие	275	425	600	850	1250	—	—
Завод по обогащению строительных песков	300	400	500	600	700	800	1000

ных объем необходимых запасов сырья для каждого типового предприятия на 25-летний срок амортизации по результатам подсчета (округлено, без производственных потерь) может быть получен из табл. 34.

Таблица 34

Объем необходимых запасов песка и песчано-гравийного материала на полный срок амортизации предприятия (без учета производственных потерь)

Предприятие	Объем запасов, млн. м <sup>3</sup>						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Гравийно-сортировочное	6,9	10,6	15,0	21,3	31,3	—	—
По обогащению строительных песков	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	25,0

С учетом вышеприведенных данных и опыта изучения месторождений песка и гравийно-песчаного материала целесообразно деление залежей по их масштабу (объему запасов сырья) на крупные, средние, небольшие.

Крупное — месторождение, обеспечивающее полностью на весь срок амортизации деятельность крупного горнообогатительного предприятия.

Среднее — месторождение, обеспечивающее сырьем на весь срок амортизации деятельность среднего горнообогатительного предприятия (или в комплексе с несколькими подобными — деятельность крупного предприятия).

Небольшое — месторождение, обеспечивающее сырьем деятельность небольшого промышленного предприятия (или в комплексе с несколькими подобными — деятельность среднего промышленного предприятия).

Минимальным промышленным следует считать месторождение, обеспечивающее деятельность типовой передвижной (полустационарной) гравийно-сортировочной установки годовой мощностью до 200 тыс. м<sup>3</sup> горной массы в течение 5 лет.

В табл. 35 приведены рекомендуемые нами деления месторождений.

Таблица 35

**Классификация промышленных месторождений песка и песчано-гравийного материала по объему запасов горной массы**

Масштаб месторождений	Объем залежи, млн. м <sup>3</sup>	
	пески строительные	песчано-гравийный материал
Крупное	Более 15,0	Более 22,0
Среднее	7,5—15,0	7,0—22,0
Небольшое	2,5—7,5	2,5—7,0
Мелкое	1—2,5	1—2,5
Очень мелкое	До 1,0	До 1,0

рождений по их масштабу. За грань между мелким и небольшим месторождениями принята залежь объемом 2,5 млн. м<sup>3</sup> горной массы, которая в сумме с несколькими подобными может обеспечить деятельность небольшого горнодобывающего предприятия мощностью 200—300 тыс. м<sup>3</sup> в год.

**Притрассовые месторождения.** Если требования к степени изученности промышленных месторождений обобщены и изложены в Инструкции ГКЗ, то требования к степени изученности притрассовых залежей базируются на опыте организаций, занимающихся их разведкой и эксплуатацией. Основным является требование максимальной степени детальности разведки запасов сырья, необходимых для строительства дорог.

В практике строительства, ремонта и реконструкции автомобильных и железных дорог используются многочисленные и желательно рассредоточенные вдоль трассы залежи, объем запасов которых иногда находится в пределах нескольких десятков тысяч кубических метров. Это относится к тем месторождениям, которые по Инструкции ГКЗ относятся к группе 3 и

для стационарных горнодобывающих предприятий не представляют интереса.

Каких-либо общепринятых рекомендаций в специальной литературе по методике изучения этих залежей, геологоразведочной сети и стадийности работ не имеется.

В соответствии с инструкциями ЦНИИСа и ГПИ «Союздорпроект» полевые работы по изысканию притрассовых месторождений проводятся в следующие стадии технического проектирования: 1) в стадию поисково-разведочных работ — в полосе варьирования трассы; 2) в стадию разведки месторождений — по выбранному варианту трассы.

Основываясь на опыте изучения подобных залежей, предлагаются следующая сеть выработок в зависимости от характера залежи и стадии работ (табл. 36).

Таблица 36

Таблица для ориентировочного выбора плотности  
сети выработок при разведке месторождений  
группы 3 для притрассовых карьеров

Под- группа	Характеристика месторождения	Стадия работ	
		детальная раз- ведка по выб- ранному ва- рианту трассы	предваритель- ные разведоч- ные работы в полосе варь- ирования трассы
Ia	Крупные и средние пластовые и пластообразные с относительно выдержаным строением и составом полезной толщи	$100 \times 100$ $50 \times 100$	$200 \times 200$ $100 \times 200$
Іб	Крупные пластообразные и линзообразные с невыдержаным строением и составом полезной толщи, с прослоями суглинков и супесей (слои не геометризуются в пространстве)	$100 \times 100$ $50 \times 100$	$200 \times 200$ $100 \times 200$
IIa	Мелкие пластообразные или линзообразные с относительно выдержаным строением и составом полезной толщи	$50 \times 50$ $25 \times 25$	$100 \times 100$ $50 \times 100$
IIб	Средние пластообразные или линзообразные с невыдержаным строением и составом полезной толщи	$50 \times 50$ $25 \times 25$	$100 \times 100$ $50 \times 100$
III	Мелкие гнездообразные с резко изменчивым строением и составом полезной толщи	$25 \times 25$	$50 \times 50$

В этой таблице месторождения группы 3 подразделяют на три подгруппы (I, II и III) по характеру строения и размерам залежей.

В данном случае к мелким отнесены залежи с объемом горной массы до 50 тыс. м<sup>3</sup>, а к крупным — свыше 400 тыс. м<sup>3</sup>.

В табл. 36 для подгрупп I и II рекомендуемый размер раз-

ведочной сети показан дробью, в знаменателе которой дан размер сети для залежей вытянутой формы, а в числите — для залежей, имеющих в плане изометрическую форму.

При изучении очень вытянутых узких залежей типа озов, террас или береговых гряд в зависимости от стадии работ изменяется расстояние между разведочными линиями; на каждой разведочной линии в пределах тела залежи, независимо от ее ширины, располагается три выработки.

В табл. 36 не предусмотрена стадия выявления месторождения и первичного его изучения. На каждом из таких месторождений должны быть пройдены 1—3 выработки на необходимую глубину (или на пересечение всей полезной толщи) в дополнение к точкам наблюдения и выработкам, пройденным в процессе маршрутно-поисковых работ. По указанным выработкам устанавливаются выход песка и гравия, положение уровня грунтовых вод, мощность вскрыши и полезной толщи.

На первой стадии разведочных работ предложенная геологоразведочная сеть обеспечивает изучение полезной толщи в соответствии с требованиями, предъявляемыми к запасам категории С<sub>1</sub>. По всем пройденным по полезной толще выработкам отбираются пробы для проведения сокращенного комплекса испытаний.

В стадию детальной разведки («разведка по выбранному варианту трассы») производится дальнейшее сгущение разведочной сети выработок. По выработкам производится тот же комплекс определений, что и в предыдущую стадию, и, кроме того, отбираются пробы для изучения физико-механических свойств материала в соответствии с назначением полезного ископаемого. В случае необходимости в эту же стадию проводятся и специальные исследования, например при залегании залежи в зоне грунтовых вод исследуется возможность ее отработки способом гидромеханизации.

Детальность изучения залежи в эту стадию соответствует требованиям, предъявленным к запасам категории В. Однако в связи с положением Инструкции ГКЗ месторождения группы З не разведуются до такой степени детальности. Стадию детальной разведки в нашем случае следует рассматривать как эксплуатационную разведку с расширенной программой исследований.

При изысканиях притрассовых месторождений балластных материалов интерес в основном представляют залежи, отнесенные в табл. 36 к группе I.

При строительстве автодорог могут быть использованы также залежи группы II, т. е. невыдержаные по условиям залегания или составу полезной толщи средние месторождения с прослойками супесей и суглинков, требующие либо селективной отработки, либо отработки путем выемки отдельных обогащен-

ных участков, а также мелкие, относительно выдержаные залежи.

Третья группа месторождений, к которой нами отнесены мелкие месторождения с резко изменчивым составом горной массы и сложными условиями залегания, для отработки является очень сложной.

Разведка притрассовых месторождений должна быть проведена с детальностью, отвечающей требованиям, предъявляемым к запасам высокой промышленной категории. Основанием для этого являются: 1) необходимость полной отработки залежей в течение короткого промежутка времени (часто в течение одного сезона); 2) незначительность размеров залежей.

При разведке месторождений промышленного значения, так называемых базисных, сетка геологоразведочных выработок устанавливается в соответствии с требованиями Инструкции ГКЗ (см. табл. 32).

#### САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫЕ И ОХРАННЫЕ ЗОНЫ ГРАЖДАНСКИХ, ПРОМЫШЛЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И КОММУНИКАЦИЙ

**Общие рекомендации.** При проведении поисковых и геологоразведочных работ необходимо учитывать, что месторождение (или часть его), оказавшееся в зоне охраны какого-либо объекта, не будет доступно для эксплуатации.

При организации карьера вблизи предприятий с вредными технологическими процессами необходимо учитывать размер зон, обеспечивающих гашение вредных воздействий. При изысканиях в районе карьеров, применяющих ВВ, необходимо обеспечить безопасность персонала от поражающего действия осколков.

Размеры охранных зон для объектов различного характера, в частности охранные зоны ЛЭП и линий связи, магистральных нефте- и газопроводов и т. д., четко определены специальными постановлениями или нормативами.

Следует иметь в виду, что организация карьеров запрещена в зеленых зонах городов и населенных пунктов, в зонах охранных ландшафтных и курортно-санаторных зонах, в государственных лесах I категории, на площадях молодых лесопосадок и т. п.

В пределах всех охранных зон запрещены какие-либо работы, нарушающие целостность этих зон. Однако следует учесть, что карьер, особенно глубокий, заданный вдоль границы охранный зоны, может вызвать нарушения ее, в частности за счет оползания бортов. В этой связи учитывать только размер охранный зоны явно недостаточно для обеспечения сохранности того или иного объекта.

На рис. 13 показан способ определения графическим путем величины дополнительной защитной зоны. Необходимое значение угла  $\alpha$  — приведено в табл. 37.

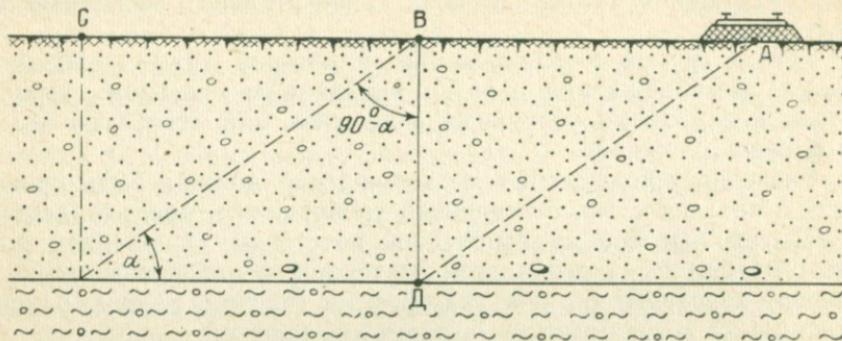


Рис. 13. Определение графическим способом размеров дополнительной охранный зоны

Таблица 37

Угол естественного откоса (градус) для различных пород

Порода	Состояние породы		
	сухая	влажная	обводненная
Песок крупнозернистый	30—35	32—40	25—27
» среднезернистый	28—30	35	25
» мелкозернистый	25	30—35	15—20
Гравийно-песчаный материал	35—40	34	25
Суглинок	40—50	35—40	25—30
Глина	40—45	35	15—20

При определении ширины дополнительной защитной зоны можно пользоваться формулой

$$L = KH,$$

где  $L$  — ширина дополнительной защитной зоны, м;

$H$  — глубина отработки залежи;

$K$  — коэффициент горизонтального заложения, зависящий от угла естественного откоса  $\alpha$ , который следует брать из табл. 38.

Таблица 38

Значение коэффициента горизонтального заложения

$\alpha$	50°	45°	40°	35°	30°	27°	25°	20°	15°
$K$	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,75	3,75

Размеры и характеристика нормируемых охранных зон приводятся ниже.

**Зоны железных дорог (полоса отвода).** В соответствии с требованиями СНиП П—Д.1-62 («Железные дороги колеи 1524 мм общей сети. Нормы проектирования») ширина полосы отвода на перегонах должна включать полосу не менее 2 м от подошвы насыпи или бровки выемки (при наличии водоотводных канав — от их крайних точек), а в исключительных случаях — не менее 1 м. По «Инструкции о нормах и порядке отвода земель для железных дорог и использовании полосы отвода», (1963 г.) отмеченная выше полоса отвода принимается «... при прохождении трассы железной дороги по землям, используемым под особо ценные культуры». Этой же инструкцией ширина полосы отвода на перегонах при высоте насыпи и глубине выемки до 1 м (когда не требуется устройства резервов, кавальеров и укрепительных сооружений, а также защитных лесонасаждений) не должна превышать следующих величин:

- |  |      |
|--|------|
| А. Для железных дорог колеи 1524 мм:                         |      |
| 1. Категории I, с учетом сооружения второго пути . . . . .   | 28 м |
| 2. Категории II, без учета сооружения второго пути . . . . . | 24 м |
| 3. Категории III . . . . .                                   | 23 м |
| Б. Для железных дорог колеи 750 мм . . . . .                 | 20 м |

На участках пути, где имеются здания или искусственные сооружения (мосты, путепроводы, трубы, берегоукрепительные стены, волноломы и т. д.), величины охранных зон устанавливаются типовыми или индивидуальными проектами.

В полосу отвода не входят земли, необходимые для обеспечения устойчивости и прочности железнодорожных сооружений, для которых устанавливаются особые условия землепользования. Эти условия распространяются в пустынях на полосы шириной не менее 100 м с каждой стороны пути, где проводятся пескоукрепительные работы. Эти же условия распространяются

Таблица 39

**Размер полосы земельного отвода (в зависимости от уклона местности) для автодорог, м**

Категория до- рог	Количество полос дви- жения	Земли, пригодные для сельскохозяй- ственного назначе- ния	Земли, не пригод- ные для сельско- хозяйственного на- значения
I	8 полос	63—64	74—75
	6 полос	55—56	64—65
	4 полосы	47—48	55—56
II	2 полосы	31—32	39—40
III	2 полосы	26—28	36—38
IV	2 полосы	24—25	35—36
V	2 полосы	21—22	33—34

в лесах на полосы шириной по 500 м в каждую сторону, в пределах которых не допускается рубка леса.

**Зоны автомобильных дорог.** Нормы отвода земель для автомобильных дорог СН 467-74 введены в действие с 1 июля 1975 г. Размер осредненной нормативной ширины полосы земельного отвода в зависимости от характера автодороги приведен в табл. 39.

Приведенные выше данные не учитывают площадей разме-

Таблица 40

Характеристика автодорог по их категориям

Категория дорог	Характеристика	Интенсивность движения, авт./сут	Ширина земельного полотна, м
I	Автодороги общегосударственного значения, основные магистральные дороги республиканского значения, подъезды от крупных городов к аэропортам, речным и морским портам	Более 7000	27,5 и более
II	То же	Более 3000 (до 7000)	15
III	Дороги общегосударственного и республиканского значения (кроме отнесенных к I и II категориям), основные дороги областного значения или районного (при отсутствии областного деления), подъезды к населенным пунктам, железнодорожным узлам, речным и морским портам, местам массового отдыха населения, подъездные дороги предприятий, в том числе соединяющие отдельные предприятия или группы предприятий между собой, сырьевыми разработками, железнодорожными станциями, речными и морскими портами, основные межпромысловые дороги	Более 1000 (до 3000)	12
IV	Автомобильные дороги областного или районного значения (кроме отнесенных к III категории), дороги местного значения, подъездные дороги общей сети, промышленных предприятий, крупных строительных объектов, совхозов и колхозов	От 200 до 1000	10
V	Автомобильные дороги местного значения (кроме дорог, отнесенных к IV категории) внутрипромысловые дороги и подъезды, постоянные внутренние дороги совхозов и колхозов, служебные и патрульные дороги	Менее 200	8

щения комплексов дорожной и автомобильной служб, снегозащитных и декоративных насаждений, остановочных и видовых площадок, а также других сооружений, наличие или отсутствие

которых должно быть установлено геологом при проведении полевых работ. По данным СНиП П—Д.5-72 приводится характеристика автомобильных дорог применительно к их классификации (табл. 40).

**Охранные зоны линий электропередач.** СНиП Ш—И.6-67 («Электротехнические устройства. Правила организации и производства работ, приемка и эксплуатация») предусматривает следующие расстояния от ЛЭП до различных сооружений (табл. 41).

Над подземными кабельными линиями напряжением выше 1000 Вт в соответствии с «Правилами охраны высоковольтных электрических сетей» (1973 г.) устанавливается охранная зона до 1 м в каждую сторону от крайнего кабеля. В пределах этой зоны не допускается проведения каких-либо земляных работ без согласования с организацией, эксплуатирующей эту линию.

Для подводных кабелей установлена охранная зона шириной 100 м в каждую сторону от крайнего кабеля, где запрещается устраивать причалы судам, бросать якоря, производить без согласования с эксплуатирующей организацией дноуглубительные и землечерпательные работы.

Положение кабельных подземных линий фиксируется на исполнительных чертежах с привязкой их к фундаментальным сооружениям. На кабельных трассах установлены железобетонные или металлические реперы (пикеты).

**Охранные зоны линий связи.** Размеры охранных зон определены Правилами охраны линий связи, утвержденными Советом Министров СССР 22 июля 1969 г., № 567. Ширина охранной зоны составляет: 1) от подземного кабеля связи или крайнего провода воздушной линии связи — по 2 м в каждую сторону; 2) от надземных или подземных необслуживаемых усиительных пунктов или от границы их обваловки — 3 м; 3) от морского кабеля связи — по 0,25 мили, от кабеля связи на переходах через озеро или реку — по 100 м в каждую сторону.

Трассы подземных кабельных линий связи вне населенных пунктов имеют ориентиры — защитные столбики. В пределах охранных зон связи запрещено проведение работ, связанных с проходкой шурфов и бурением скважин.

Таблица 41

Минимально допустимые расстояния от ЛЭП к зданиям и сооружениям

Напряжение в воздушной линии, кВт	Расстояние от проводов до ближайших частей зданий и сооружений, м
1—20	10
35	15
110	20
150	25
220	25
330	30
500	30

На трассах морских кабелей и на переходах кабелей через судоходные и сплавные реки, озера и водохранилища места их выведения на берег отмечаются сигнальными знаками. Трассы морских кабелей отражаются на морских картах.

В пределах охранных зон без письменного согласия предприятия, в ведении которого находятся линии связи, запрещается проводить геологосъемочные, поисковые, геодезические и другие изыскательские работы. Охранные зоны воздушных линий связи и радиофикации в полосе отвода автомобильных и железных дорог могут использоваться дорожными органами без соответствующего согласования при условии обязательного обеспечения сохранности этих линий.

**Охранные зоны магистральных газопроводов.** Размеры охранных зон устанавливает СНиП П—Д.10-62 («Магистральные трубопроводы. Нормы проектирования»), в пределах которых запрещается размещать отдельные промышленные предприятия, в том числе и горнодобывающие (табл. 42).

Таблица 42

Размеры охранных зон газопроводов

Класс газопровода	I класс (высокое давление)				II класс (среднее давление)				III класс (низкое давление)			
Рабочее давление, $10^6$ Па	Выше 25				От 12 до 25 включительно				До 12 включительно			
Условный диаметр газопровода, мм	300 и менее	300—500	500—800	Более 800	300 и менее	Более 300	300 и менее	Более 300	300 и менее	Более 300	300 и менее	Более 300
Ширина охранной зоны от оси газопровода, м	100	150	200	250	75	125	40	60				

**Охранные зоны магистральных нефтепроводов.** Размеры охранных зон нефтепроводов и нефтепродуктоводов в зависимости от их класса определены СНиП П—Д. 10-62 («Магистральные трубопроводы. Нормы проектирования»).

I класс—протяженность нефтепровода более 50 км, диаметр труб выше 500 мм, температура вспышки транспортируемых нефтепродуктов  $45^{\circ}\text{C}$  и менее.

II класс: а) протяженность более 50 км и диаметр более 500 мм, транспортирующие нефтепродукты с температурой вспышки  $45^{\circ}\text{C}$  и более; б) протяженность более 50 км и диаметр 500 мм и менее, транспортирующие нефтепродукты с температурой вспышки  $45^{\circ}\text{C}$  и менее.

III класс—протяженность более 50 км, диаметр 500 мм и менее, с температурой вспышки нефтепродуктов более  $45^{\circ}\text{C}$ .

IV класс—ответвления от магистралей протяженностью 50 км и менее.

Размеры охранной зоны представлены в табл. 43.

**Охранные зоны при разработке месторождений взрывным способом.** Взрывобезопасные зоны устанавливаются «Едиными

Таблица 43

правилами безопасности при взрывных работах». Соблюдение расстояния обеспечивает безопасность людей от поражающего действия осколков и обломков разрушающего взрывом материала (табл. 44). В процессе эксплуатации песчано-гравийных месторождений взрывные работы могут применяться для: 1) разрушения в зимний период смерзшихся вскрышных или продуктивных пород; 2) разрушения сцепментированных прослойков или участков внутри полезной толщи; 3) дробления негабаритных валунов.

**Санитарно-защитные зоны предприятий с вредными технологическими процессами.** Эти зоны определены СН 245-71 («Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий», 1972 г.) и распространены на предприятия, являющиеся источниками загрязнения, шума, вибраций, ультразвука и т. д.

Размеры охранных зон нефтепроводов

Класс нефтепровода	Расстояние от оси магистральных нефтепроводов, м
I	150
II	100
III	75
IV	50

Таблица 44

Размеры взрывоопасных зон

Виды и методы взрывных работ	Минимально допустимые величины радиусов опасных зон, м
Взрывание на открытых работах в грунтах и скальных породах методами:	
наружных зарядов	Не менее 300*
шпуровых зарядов	Не менее 200
котлованных шпуров	Не менее 200 **
рукавов	Не менее 200**
скважинных зарядов	По проекту или паспорту, но не менее 200
котловых скважин	По проекту, но не менее 300
камерных зарядов	По проекту или паспорту, но не менее 300
Дробление валунов зарядами в подкопах	Не менее 400

\* Абсолютная суммарная величина одновременно взрываемых наружных зарядов не превышает 20 кг ВВ.

\*\* При взрывании на косогорах в направлении вниз по склону величина радиуса опасной зоны должна быть не менее 300 м.

В соответствии с этим положением металлургические, машиностроительные и металлообрабатывающие предприятия в зависимости от их производительности и технологии могут иметь санитарно-защитную зону размером от 50 до 1000 м. Защитные зоны существуют также для предприятий пищевой и вкусовой промышленности, а также сооружений механической и биологической очистки сточных вод и т. д.

## ПОИСКОВЫЕ И ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ

## ПРЕДПЛЕВАЯ ПОДГОТОВКА РАБОТ

Геологоразведочные работы, которые поручаются полевому геологическому подразделению, включаются в план вышестоящим ведомством, определяющим общий характер работ, их сроки и ориентировочные затраты. Для проведения полевых работ необходимо совместно с конкретным заказчиком (потребителем сырья) разработать техническое задание, которое и определяет основу для составления проекта и сметы. Техническое задание на проведение работ должно определять:

- 1) площадь, подлежащую обследованию (или максимальную дальность перевозки сырья к месту потребления);
- 2) общую потребность в запасах сырья и минимальные размеры залежей, за счет которых может быть обеспечена потребность в сырье;
- 3) требования к качеству сырья или область его использования. Содержание (минимальное и среднее) основных компонентов горной массы (гравия, валунов);
- 4) горно-эксплуатационные условия:
  - а) вскрышу — максимально допустимый ее размер для отдельных точек и средний для месторождения;
  - б) полезную толщу — минимально допустимое ее значение для отдельных точек и среднее для залежи;
  - в) коэффициент вскрыши (отношение вскрыши к полезной толще);
  - г) возможность эксплуатации залежей, обводненных частично или полностью, возможную глубину отработки ниже уровня грунтовых вод;
  - д) некондиционные прослои (супеси, глины, безгравийные пески) — их максимальную мощность, допустимую для совместной отработки с полезной толщей. Возможность селективной выемки прослоев.

В процессе предполевого изучения фондовых материалов и особенно при проведении полевых работ дополнительно установленные фактические данные могут поставить под сомнение возможность выполнения некоторых положений технического задания. Например, в процессе полевых работ выявлялись только обводненные залежи или выявляются залежи со значительно меньшим содержанием гравия. В этом случае заказчику сообщается реальная обстановка и в зависимости от принятого

им решения вносятся изменения в техническое задание и ход работ.

В начале этого раздела отмечалась необходимость совместного с заказчиком составления технического задания для геологического подразделения, призванного выполнять работы по выявлению месторождений. Иногда при достаточной, геологической подготовленности заказчика и знании им особенностей геологической обстановки своей территории техническое задание может быть составлено им без будущего исполнителя работ. Однако обычно техническое задание, составленное эксплуатационниками без участия геолога, как правило, бывает кратким, отражая лишь общую потребность в запасах и требования к качеству сырья, и не характеризуя ряд необходимых положений, в частности горно-эксплуатационные особенности, минимальный размер залежей и пр. Еще реже заказчик представляет реальные сроки исполнения работ, не учитывая фактических затрат времени на их проведение. Реальные сроки должны включать в себя проведение четырех этапов: 1) предпроектный сбор материалов и составление проекта и сметы; 2) поисковые работы, разведка выявленных месторождений, работы по отбору проб и их обработке; 3) лабораторные анализы и испытания; 4) камеральная обработка полевых материалов и данных лабораторных исследований сырья, составление геологического отчета по проведенным работам и утверждение запасов (или составление паспортов месторождений).

Следует отметить, что такой этап, как проведение лабораторных работ, может быть очень продолжительным.

На основании технического задания, производится подготовка к проведению полевых работ, первым этапом которых является сбор сведений по геологической характеристике района.

Целенаправленное проведение предполевой подготовки, изучение всего фактического материала, обобщение и анализ опыта ранее проводившихся полевых работ определяет правильное направление проектируемых работ.

Анализ всего рассмотренного материала должен завершиться выделением основных промышленно-генетических типов месторождений для подлежащей изучению территории и далее — выделением на ней площадей, представляющих повышенный интерес для постановки поисков.

Например, если установлена приуроченность выявленных месторождений к древнеаллювиальным террасовым образованиям, весьма перспективными следует считать долины рек, где развиты аналогичные террасовые образования. Одновременно это не исключает возможности выявления и других генетических типов залежей при условии, что отложения, среди которых вероятны эти залежи, имеются на изучаемой территории.

По завершении сбора и обобщения материала составляются рекомендации полевому исполнителю, выражающиеся в методическом направлении работ.

В стадию проектирования отрабатываются последовательность ведения работ и методика их исполнения, определяются объемы работ, конкретизируются сроки их проведения.

В период предполевой подготовки работ необходимо установить: 1) наиболее вероятную геологическую обстановку для локализации месторождений; 2) генетические типы, возможные размеры, характер геолого-литологического строения, горнотехнические условия залегания вероятных месторождений; 3) размер и характер разведочной сети выработок в зависимости от стадии работ, масштаба залежи и ее генотипа; 4) способ отбора и обработки проб в зависимости от литологии месторождения и стадии работ; 5) виды лабораторных и полевых исследований; 6) необходимое оборудование и снаряжение, транспорт и т. д.

При разведке интересующих нас залежей основным определяющим элементом при выборе типа выработки являются условия залегания продуктивной толщи и ее гранулометрический состав.

Буровыми скважинами песчано-гравийные отложения изучаются во всех случаях, когда состав горной массы не препятствует этому, т. е. при отсутствии крупнообломочного материала. В зависимости от размера включений применяется диаметр бурения 168 мм (6") и 219 мм (8"). Меньшие диаметры неприемлемы при наличии в толще крупного гравийного материала. Безгравийные пески могут разведываться диаметром 3 и 4,5". Проходка скважин должна осуществляться одновременно с ее обсадкой, а буровой наконечник не должен выходить ниже труб. Проходка скважин может осуществляться как вращательным способом (колонковой трубой с коронкой), так и ударным (желонкой). Для этих целей применяются станки УГБ-50, БУКС-ЛГТ, БУВ-1Б, УБСР-25 и др.

Шнековое бурение скважин для целей разведки месторождений неприемлемо в связи с малой достоверностью определений по керну содержания гравия (гравий в процессе бурения «разгоняется» как по керну, так и в стенки скважины). Шнековое бурение может быть использовано на стадии поисково-рекогносцировочных работ в целях выяснения общего геологического разреза толщи, прослеживания закрытой залежи и выделения участка для дальнейшего изучения.

Проходка скважин ручным ударно-вращательным способом во многих организациях заменена механическим способом проходки, однако, хотя и редко, применяется она и сейчас, особенно на участках, недоступных для механических установок. Этим способом возможна проходка отложений, сложенных гравием с включением единичных зерен размером от 90 до

100 мм. С использованием желонки типа «Ангара» при проходке обводненной толщи удается извлекать и более крупный материал (до 120—130 мм) при диаметре бурения 219 мм. Появление в полезной толще даже мелких валунов может сделать невозможным изучение месторождений с помощью бурения. Месторождения валунно-гравийно-песчаного состава изучаются лишь путем проходки шурфов.

Проходят шурфы и в целях контроля результатов, полученных по скважинам, а также для отбора крупнообъемных проб.

К настоящему времени повсеместное применение получил метод проходки шурфов с каркасно-металлическим креплением. Элемент крепи — секция — представляет собой «бочку», составленную из досок длиной 3—4 м и толщиной 40—50 мм. «Обручи» этой бочки готовятся из уголкового железа или швеллера. Из таких обручей на металлических стойках монтируется каркас, помещаемый внутрь бочки. К этому каркасу и крепятся небольшими скобами доски, образующие бочку. В зависимости от глубины шурфа используется для его крепления 6—7 каркасов — секций (рис. 14). Применение этого типа крепления (вместо венцового) при проходке песчано-гравийных отложений позволило повысить производительность труда. При этом расход лесоматериалов за счет многократной обрачиваемости крепи резко снизился.

Проходка шурфов — процесс весьма трудоемкий. Поэтому он применяется лишь в тех случаях, когда попытки разведать месторождение скважинами безрезультатны. В полевых условиях иногда приходится даже предусматривать проектом дублирование остановленных на валунах скважин в целях сокращения или полного исключения горных работ.

Разведка залежей, расположенных ниже уровня грунтовых

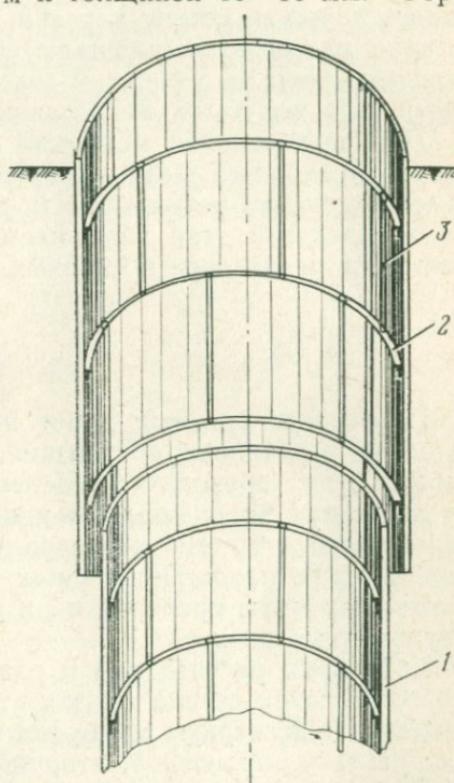


Рис. 14. Каркасно-кольцевая (телецко-  
пическая) крепь:

1 — обрезные доски; 2 — металлические  
кольца; 3 — металлические стойки

вод, возможна скважинами в том случае, если литологически состав благоприятен для этого.

Для разведки обводненных валунно-гравийных месторождений в настоящее время необходимое оборудование не разработано. Наиболее приемлемой в этом случае является разведка с помощью механизмов типа драглайна.

Шурф-скважина представляет собой компоновку шурфа со скважиной, которая проходит из забоя шурфа. Буровая установка располагается на настиле, закрывающем устье шурфа. Этот вид работ применяется в том случае, если необходима доразведка лежащего ниже забоя шурфа обводненного горизонта залежи или, если дальнейшее углубление шурфа, остановленного на конечном диаметре, невозможно.

Расчистки проходятся по естественному или искусственно склону террасы, уступу карьера. Они обязательны при наличии у края разведанной площади обрыва, обеспечивающего возможность начала отработки залежи с этой стороны. Расчистки завершают все разведочные линии, пересекающиеся с обрывом.

При значительной мощности вскрыши вместо расчистки на склоне проходятся мелкие выработки (скважины или шурфы), обеспечивающие непрерывность разреза полезной толщи.

Предполевой этап завершается составлением проекта и сметы на проведение поисковых и геологоразведочных работ.

#### ПОИСКИ И РАЗВЕДКА

Проведение полевых работ необходимо начинать с регистрации их в районных организациях, на территории которых эти работы будут проводиться. Целесообразно сразу же исключить из обследования площади, в пределах которых невозможно в дальнейшем открытие карьеров (парковая, ландшафтная или лесная зоны, площади будущих застроек, санитарно-защитные и охранные зоны предприятий и коммуникаций, площади молодых лесопосадок и т. д.).

Поисковые работы, как и разведочные, проводятся в две стадии. В связи с тем, что эти стадии не имеют общепринятых наименований, первую мы будем в дальнейшем именовать поисково-рекогносцировочной, вторую — детальными поисками.

**Поисково-рекогносцировочная стадия выявления месторождений.** Назначение этой стадии (по морфологическим, литологическим, генетическим и прочим признакам) — выявление и первичное обследование перспективных для дальнейшего изучения площадей.

Одновременно с этим обследуются местные карьеры песков и песчано-гравийного материала, не учтенные при предполевом сборе материала, а также изучаются выделенные в предполевой период перспективные площади, месторождения и т. д.

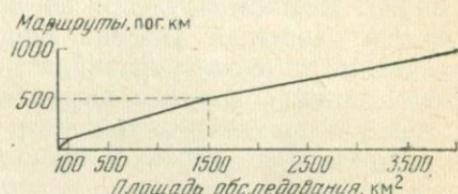
Основной вид работ — маршруты, которые должны сопровождаться лишь легкими выработками: закопушками, расчистками, поисковыми шурфами глубиной до 1,5—2 м и т. д.

Рекомендуется также использовать всю сеть естественных обнажений, береговые обрывы рек, ручьев и склоны оврагов. Маршруты в условиях залесенности желательно проводить по просекам и лесосекам, использовать также дорожную сеть любого класса и характера, что не только обеспечивает лучшие условия для их прохождения и ориентировки, но и представляет возможность обследовать искусственные обнажения и выемки. Количество маршрутов зависит как от размеров подлежащей обследованию территории, так и от геологической обстановки. Для ориентировочного определения необходимого числа погонных километров маршрутов в зависимости от размера территории предлагается график (рис. 15).

При обследовании известных месторождений и вновь выявленных залежей необходимо прежде всего обращать внимание на условия локализации песка и песчано-гравийного материала, стараясь установить внешне присущие этим залежам признаки.

Маршрутное обследование проводится по принципу наращивания площадей — постепенного увеличения радиуса или ширины полосы обследования.

Рис. 15. График для ориентировочно-го определения протяженности маршрутов



В поисково-рекогносцировочный период проведение буровых работ (и тем более горных) одновременно с маршрутами нецелесообразно, поскольку поисковики не успеют обеспечить бурение подготовленными площадями и работа их сведется к обслуживанию буровых установок. Бурение скважин в эту стадию следует рассматривать как один из основных видов работ лишь при изучении полностью закрытых площадей — при обследовании межморенных флювиогляциальных залежей, подводных речных или морских отложений.

Ниже приводим некоторые рекомендации по направленности маршрутного обследования в зависимости от геологической обстановки.

Для площадей развития основной морены наиболее характерны залежи озового типа и камы, подлежащие изучению. В рельефе на общем фоне пологохолмистой или волнистой равнины, сложенной валунными суглинками, эти элементы выделяются отчетливо. Озовые гряды и камовые холмы

встречаются как в виде одиночных элементов, так и группами. Озы весьма часто образуют цепочку, т. е. последовательное расположение нескольких гряд, и значительно реже параллельные, разветвляющиеся и даже пересекающиеся гряды. Камы нередко образуют скопления на значительных площадях. Выделить те и другие элементы в рельефе не очень сложно, поскольку растительность, развитая на камах, резко отличается от той, которая встречается на донной морене.

Площади развития конечноморенных отложений характеризуются резко выраженным холмисто-грядовым рельефом, сложенным валунными суглинками, глинями и супесями. Здесь также встречаются озы и камы, сложенные песками и песчано-гравийным материалом, однако внешне они слабо выделяются в этом рельефе. При обследовании подобных площадей необходимо повышать детальность работ путем увеличения числа точек наблюдения на единицу площади.

Предледниковая (краевая ледниковая) территория включает площадь, прилегающую в виде узкой полосы к внешнему краю конечноморенных отложений. Эта территория характеризуется комплексом условий, способствовавших возникновению крупных песчаных и песчано-гравийных месторождений, которые представляют собой зандры-дельты внутриледниковых потоков и примыкают к поясу конечных морен. Потоки, блуждая по прилегающей к леднику территории и размывая древние морены, могли также формировать песчаные и песчано-гравийные отложения, приуроченные к грядам, холмам, конусам выноса или террасам древних ложбин стока. В предледниковой зоне поисковые работы должны быть направлены на изучение внешнего края пояса конечных морен и рассекающие этот пояс долины и понижения.

Площадь развития озерных и озерно-ледниковых отложений представлена в современном рельефе широкой равниной, сложенной соответствующими образованиями (мелкими или тонкими песками, ленточными супесями и суглинками), выдержанными как по площади, так и на глубину, в связи с чем эта равнина бывает неинтересна для выявления песков, пригодных для бетона. Поэтому залежи строительных песков следует искать в пределах речных долин, где они формировались в условиях естественного обогащения исходного материала — выноса тонких фракций песка и концентрации более крупных его разностей. Здесь же возможна и концентрация мелкого гравийного материала. В пределах этой зоны наибольший интерес может представлять прибрежная полоса ранее существовавшего бассейна, где более вероятны скопления песка и песчано-гравийного материала прелювиального характера. Отложения эти в зоне, окаймляющей существовавший ранее водный бассейн, приурочены к валам, грядам или типично террасовым образованиям. По отношению к равнинному ланд-

шагту, сложенному донными осадками озерно-ледникового или озерного бассейна, положение древней береговой его линии в зависимости от размеров бассейна могло быть выше. Озерно-ледниковые равнины, возникшие на отложениях основной морены, могут включать озовые и камовые образования (возникшие в период существования ледника) в полупогребенном, погребенном и даже в частично перемытом состоянии.

Площади развития аллювиальных отложений весьма часто являются единственным источником получения песчано-гравийного материала.

Для рек горных областей поиски заключаются в обследовании их долин. Наибольшие скопления обломочного материала, в том числе аллювиальные конусы выноса, наблюдаются в межгорных долинах и в предгорьях.

Аллювий равнинных рек более труден для проведения поисковых работ. Пойменные и надпойменные террасы здесь, как правило, несут значительную мощность вскрышных отложений — суглинков и супесей. Низкие пойменные террасы, острова и доступные для обследования обнажающиеся отмели, как правило, представлены мелкими песками, и о наличии гравия в аллювии (в более низких его горизонтах) можно судить по отдельным выбросам на бичевнике или отмелях. Большое значение приобретает не только изучение путем маршрутного обследования всех отмелей и обнажений, но и понимание динамики руслового потока. В вертикальном разрезе аллювия обычно устанавливается закономерность, характеризующаяся в направлении сверху вниз постепенным возрастанием крупных частиц, переходом от суглинков и мелких песков к среднезернистым и крупнозернистым пескам и местами, на глубине, даже к песчано-гравийным отложениям.

Задачей поисков в этом случае может быть выявление: 1) участков в прирусовой зоне, где мощность вскрыши над песчано-гравийным слоем минимальна; 2) участков, где закономерность строения аллювия может быть нарушена в направлении выноса в более высокие горизонты гравийного материала.

Последние могут быть приурочены к местам резкого увеличения скоростей речного потока и устанавливаются путем изучения строения долины и ее участков, что при соответствующем навыке обеспечивает необходимую эффективность поисков.

Отметим, что вынос гравия из нижних горизонтов аллювия на русловые и прибрежные отмели наблюдается на тех отрезках долин, где в период половодий происходит особенно резкое возрастание скоростей потока. Например, Волга в районе Горького за 1,5 весенних месяца пропускает почти 60% своего годового стока. Однако это не приводит к необходимому увеличению скорости руслового потока, так как одновременно за счет широкой поймы происходит и увеличение его живого сечения. Если же этого, т. е. одновременного пропорционального увели-

чения сечения не происходит, то возрастает скорость потока, река размывает дно русла, образуя переуглубленные участки, и выносит ранее глубоко залегавший материал в верхние горизонты. Этот материал ниже по течению, где скорости снижаются в связи с увеличением сечения потока, образует отмелы. Происходит накопление разнозернистых песков и песчано-гравийного материала. Главный признак для выявления таких участков долин — это наличие возможных на период паводка тесчин, т. е. сближенных высоких берегов или древних террас. Установить это можно путем маршрутного обследования долины реки и изучения картографического материала.

Песчано-гравийный материал может накапливаться в долинах и руслах рек не только за счет выноса его из нижних горизонтов аллювия, но и за счет размыва пород, слагающих берега. В этом случае у размываемого круто-го берега реки возможны скопления песчано-травий-ного материала в виде при-брежных отмелей. Концен-трация гравия возможна при формиро-вании скульптурной террасы, на ее поверхности, за счет выноса пылевато-глинистых или мелкотесчаных фракций из исходной породы — валунных глин или малогравийных песков.

На рис. 16, показаны наибо-лее часто встречающиеся места локализации крупных разностей песка и песчано-гравийных отложений в со-временном аллювии рек.

Маршруты при незначи-тельной ширине реки про-ходятся вдоль одного из бе-регов с поперечниками — выходами к бортам долины. При этом изучаются бере-

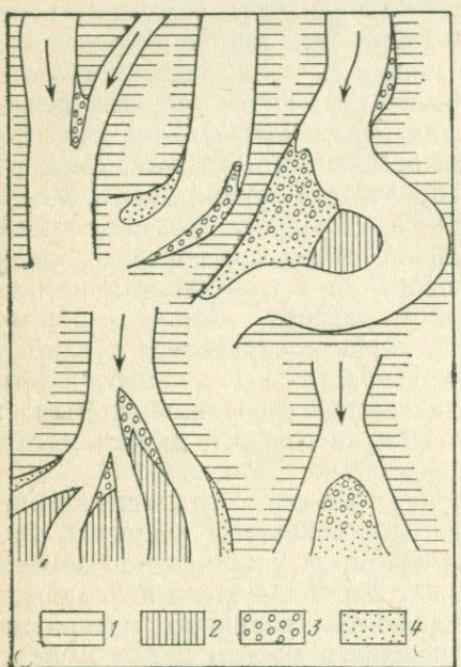


Рис. 16. Локализация песчано-гравий-ных отложений в русловом аллювии:

1 — надпойменные образования; 2 — пой-менная терраса; 3 — гравийная отмель; 4 — песчаная отмель

говые обрывы, бичевник и отмели. При значительной ширине реки маршруты ведутся по каждому из ее берегов или (при наличии плавсредств) проходится единый осевой маршрут с осмотром левого и правого берегов, а также островов и отмелей. При наличии боковых притоков делаются поперечные маршруты. После завершения маршрутного обследования проводится необходимый комплекс буровых работ (или горных), которыми

определяется на перспективных площадях по единичным точкам геолого-литологический разрез и выбираются участки, подлежащие дальнейшему изучению.

На прибрежных морских отмелях, а также при обследовании глубоких горизонтов аллювия маршрутное обследование невозможно или малоэффективно. В этом случае поисково-рекогносцировочная стадия осуществляется путем проходки одиночных скважин или небольших групп (3—5 выработок) на потенциально перспективных отложениях.

При обследовании широко развитых древнетеррасовых отложений практикуется бурение скважин по редким линиям, задаваемым вкрест долины реки. Расстояние между линиями может быть принято в пределах 2,5—5 км, но в последующем, после проходки нескольких линий, оно должно быть откорректировано. Например, при повторяющемся литологическом строении террас расстояние между линиями должно быть увеличено, а в дальнейшем, если характер строения аллювия сохранится, должен решаться вопрос о целесообразности этой методики ведения работ. Если осуществляется одновременное изучение разновозрастных террас, то для дальнейшего обследования могут быть выделены наиболее интересные по характеру слагающего их аллювия, а на остальных проходятся изредка лишь выработки контрольного типа. Если при проходке первых нескольких линий получены данные, заставляющие предположить возможность пропуска залежи, расстояния между линиями могут быть уменьшены. При проведении буровых работ этой стадии необходимо изучить все характерные участки долины.

Аналогичен метод изучения морских отмелей с помощью бурения. Здесь линии поисково-рекогносцировочных выработок задаются под прямым углом к берегу.

В результате проведения поисково-рекогносцировочных работ составляется сводная карта обследованной площади. На этой карте уточняется геологическая основа, наносятся точки наблюдения, карьеры, выходы полезного ископаемого и площади, являющиеся перспективными для проведения дальнейших работ по поискам песков и песчано-гравийного материала.

Оценка выявленных на этой стадии месторождений производится на уровне требований, предъявляемых к запасам категории  $C_2$ .

Объем выявленных в эту стадию запасов может в 3—4 раза превышать требуемое количество, что позволит выбрать для промышленности лучшие площади.

Применительно к полезным ископаемым для каждого из выявленных месторождений должна быть составлена на глазомерной основе схема с указанием границ залежи и выработок, пройденных здесь скважин, закопушек, шурфов, расчисток. Состав полезной толщи, т. е. содержание валунов, гравия и песка, опре-

деляется по данным грохочения единичных проб. На этом же уровне проводится оценка качества валунов, гравия и песка, условий залегания полезной толщи, запасов горной массы. Определяются возможные направления и расстояния транспортировки к горно-добывающим предприятиям.

**Стадия детальных поисков.** Работы проводятся на перспективных площадях, выбранных в предыдущую стадию и рекомендованных для дальнейшего обследования.

Степень изученности месторождений на этом этапе должна соответствовать требованиям, предъявляемым к запасам категории С<sub>1</sub>.

Начиная с этой стадии при дальнейшем проведении геологоразведочных работ оценка месторождения базируется только на объективных данных, получаемых в процессе проходки выработок по сети, обеспечивающей при минимальном их количестве выявление всех необходимых закономерностей строения полезной толщи. Качество полезной толщи определяется на основании полевых и лабораторных исследований проб, которые должны быть достоверными представителями характеризуемой ими части геологического разреза. Подсчет запасов производится на основе топографической съемки месторождений. Выявляемые на этой стадии работ запасы категории С<sub>1</sub> для месторождений песка и песчано-гравийного материала уже являются промышленными, а для месторождений группы 3 выделяемой Инструкцией ГКЗ 1961 г., — это предельная степень детализации. В стадию детальных поисков должно быть обращено внимание на изучение геолого-литологических особенностей полезной толщи вскрышных и подстилающих пород. Большое внимание здесь следует уделить ведению геологической документации, в частности описанию выработок, обнажений и забоев карьера. В этот период должны быть четко определены верхняя и нижняя границы полезной толщи, выяснена возможность попутного использования пород вскрыши. Предусмотренная проектом методика исполнения работ, если выявляются отклонения, должна быть приведена в соответствие с реальной геологической обстановкой конкретного месторождения. По завершении детальных поисковых работ на месторождениях, где было подтверждено наличие запасов необходимого качества, проводятся геологоразведочные работы.

**Геологоразведочные работы** в зависимости от геологических особенностей месторождения могут быть проведены в одну стадию и ограничиться только предварительной разведкой (месторождения группы 2, выделяемые Инструкцией ГКЗ 1961 г.) или в две стадии, включая и детальную разведку (месторождения группы 1). И в том, и в другом случаях степень разведенности месторождений должна быть достаточной для характеристики всех технологических особенностей сырья, всесторонней оценки его качества, условий залегания и возможности применения.

Данные, получаемые при проведении работ этих стадий, являются основанием для строительства горнодобывающих предприятий, в связи с чем контроль правильности проведения всего комплекса исследований и достоверности сделанных при этом выводов и рекомендаций осуществляется в конечном итоге территориальными комиссиями по запасам полезных ископаемых — ТКЗ. Этими комиссиями не рассматриваются лишь запасы месторождений любого масштаба, приуроченные к русловому аллювию, а также и месторождения, освоение которых не требует больших капиталовложений. Однако и в этом случае рассмотрение результатов работ обязательно проводится специальной комиссией на уровне вышестоящей организации или ведомства.

Достоверность разведенных запасов стадии предварительной разведки должна удовлетворять требованиям категории В. В связи с этим в пределах площади, оцененной на предыдущем этапе по категории С<sub>1</sub>, выделяется участок, на котором в первую очередь предполагается организация эксплуатационных работ. Объем запасов этого участка должен быть в пределах 20—30% от общей суммы необходимых промышленных запасов сырья.

В стадию детальной разведки работы ведутся только на части участка предварительной разведки, в пределах которой должно быть выделено не более 10% запасов от их общей суммы (категорий А+В+С<sub>1</sub>). Эта часть территории месторождения предназначается для заложения эксплуатационного забоя карьера. В связи с этим она должна быть приурочена и к наиболее пригодному для этой цели флангу залежи, в пределах которого существуют: 1) оптимальный состав полезной толщи; 2) площади для организации и строительства карьерного хозяйства; 3) благоприятные условия для естественного дренажа грунтовых и поверхностных вод; 4) строительство подъездных путей к горному предприятию.

Запасы высоких промышленных категорий и в первую очередь категории А должны располагаться в контуре залежи таким образом, чтобы доступ к ним осуществлялся без пересечения площади с запасами более низких категорий. В противном случае часть месторождения будет исключена из отработки, так как через нее будут проложены ЛЭП, транспортные пути и пр.

Ниже рассмотрены некоторые варианты размещения выработок в зависимости от типа залежи и стадии разведочных работ.

#### ВЫБОР СЕТИ ПОИСКОВЫХ И РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИМЕНЕЛЬНО К ОСОБЕННОСТИЯМ ИЗУЧАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

При поисках и разведке месторождений песка и особенно песчано-гравийного материала наиболее сложной стадией работ является поисково-рекогносцировочное обследование терри-

тории, включающее выявление и первичную оценку месторождений. Наиболее трудоемкими являются следующие за ней стадии (детальных поисков, предварительной и детальной разведки), причем по мере нарастания детальности увеличивается и их трудоемкость. Выбор оптимальной плотности сети выработок, определяющей, в свою очередь объем полевых и лабораторных исследований, а в последующем количество исходного материала, подлежащего обработке при составлении геологического отчета, является одним из ведущих факторов в процессе повышения экономической эффективности работ.

Характер принятой сети поисковых и разведочных выработок должен находиться в соответствии с характером строения полезной толщи либо хорошо выдержан, либо равномерно изменчив во всех направлениях. Для этих месторождений должна быть принята и равномерная сеть выработок. Сюда могут быть

Для месторождений группы I характер строения полезной толщи либо хорошо выдержан, либо равномерно изменчив во всех направлениях. Для этих месторождений должна быть принята и равномерная сеть выработок. Сюда могут быть отнесены, в частности, месторождения песков, приуроченные к равнинам озерно-ледникового, озера или морского происхождения. Для залежей этого типа характерны большая площадь распространения и четкая выдержанность как строения толщи, так и ее состава.

Сюда должны быть отнесены и площади развития камовых отложений, состав которых может быть весьма невыдержаным, однако в них обычно не наблюдается закономерности в общем изменении состава полезной толщи. К этой группе могут быть отнесены барханные пески, шлейфы конусов выноса, в том числе зандровых, и прочие залежи площадного характера развития, с равномерным (изометрическим) или неустановливаемым характером изменчивости полезной толщи.

Эти месторождения разведаются путем расположения выработок по квадратной сетке, причем ориентировка сторон квадрата не имеет значения. Обычно она ориентируется по сторонам света или применительно к направлению, закрепленному на местности, — просекам, дороге и т. д. Сгущение сети выработок осуществляют путем деления сторон исходного квадрата пополам (рис. 17). По мере такого сгущения выбирается лучший участок для постановки детальной разведки. В зависимости от общего размера залежи в поисковую стадию задаются выработки по сете  $400 \times 400$  или  $800 \times 800$  м.

В предварительную стадию разведки разведочная сеть соответственно сгущается до  $200 \times 200$  или  $400 \times 400$  м, а в детальную — до  $100 \times 100$  или  $200 \times 200$  м.

Для месторождений группы II характерно относительно постепенное изменение свойств его вдоль оси залежи и более резкое — под углом к ней. Сюда в первую очередь следует

отнести флювиогляциальные отложения древних ложбин стока талых ледниковых вод и речные русловые и террасовые формирования. Этот тип наиболее характерен для отложений широких направленных потоков. Сюда могут быть отнесены также террасы водных бассейнов различного происхождения. Как и в предыдущем случае, характер выбираваемой разведочной сети должен соответствовать характеру строения залежи; размер сети при этом следует выбирать в зависимости от размеров залежи.

Для такого типа залежей наиболее приемлемо расположение разведочных выработок по прямоугольной сети, а сгущение выработок — по линии наибольшей изменчивости полезной толщи. В этом случае часто применяется прямоугольная сеть с соотношением сторон прямоугольника 1:2.

В стадию детальных поисковых работ сеть может составлять  $400 \times 800$  или  $200 \times 400$  разведки  $200 \times 400$  или  $100 \times 200$  м (рис. 18).

Для месторождений группы III характерно значительное превышение протяженности залежи по отношению к его ширине. К этой группе следует отнести месторождения, являющиеся собственно представителями группы II с резко выраженным ее свойствами. Это озы, береговые валы и прочие залежи, протяженность которых несоизмерима с их шириной. В свою очередь, это отражает и характер качественных изменений полезной толщи — медленных по направлению оси залежи и резких — под прямым углом к ней. Изучение месторождений подобного рода производится с учетом этих особенностей путем проходки выработок по линиям, задаваемым вкrest их простирания. В зависимости от размеров залежей расстояния между линиями в стадию детальных поисковых работ могут быть 400 или 800 м, в предварительную разведку — 200 или 400 м, а в детальную — 100 или 200 м. Расстояния между выработками на линиях

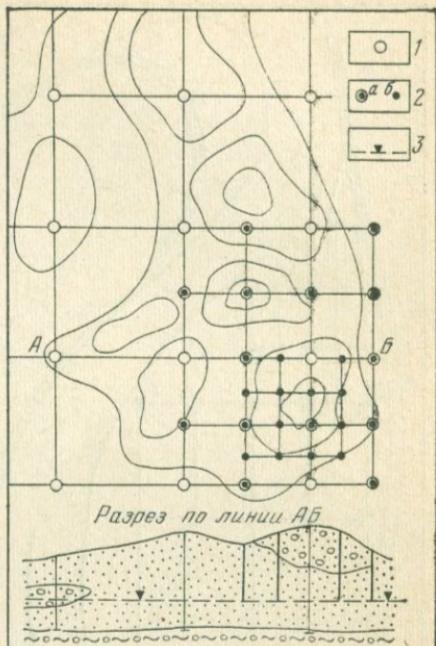


Рис. 17. Схема расположения выработок при разведке месторождений с выдержаным или изменчивым характером полезной толщи:  
1 — выработки на стадии поисков; 2 — выработки на стадии разведок: а — предварительной, б — детальной; 3 — уровень грунтовых вод

м, в стадию предварительной и в стадию детальной разведки.

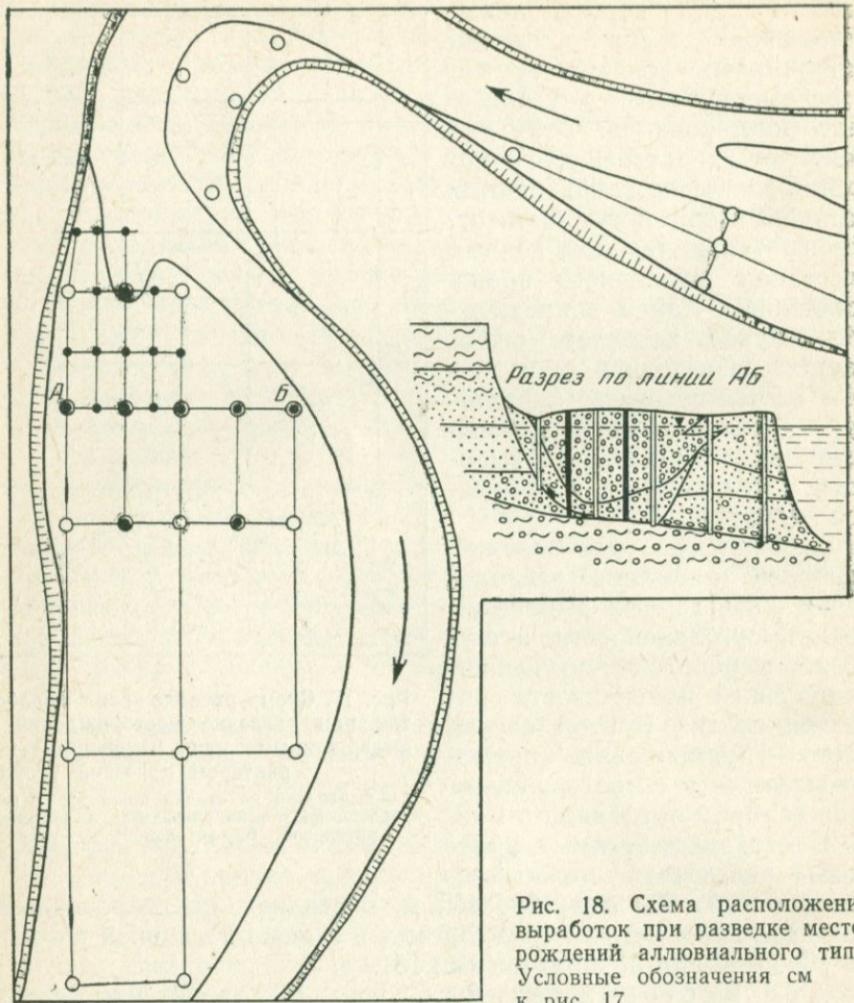


Рис. 18. Схема расположения выработок при разведке месторождений аллювиального типа. Условные обозначения см к рис. 17

ниях зависят от ширины залежи. Располагаются выработки: одна на осевой линии залежи (при изучении озера — на его вершине) и по одной — на флангах, всего в контуре полезной толщи — 3 выработки по линии. Фактически расстояние между выработками может быть в пределах 20—50 м (рис. 19). Приведенные выше рекомендации, в своей основе базирующиеся на требованиях Инструкции ГКЗ, охватывают наиболее часто встречающиеся варианты размещения выработок при разведке месторождений песка и гравия. В каждом отдельном случае, приступая к разбивке сети выработок очередной стадии работ, необходимо учесть результаты предыдущей стадии и внести при необходимости корректировки.

Приведенные выше расстояния между разведочными линиями или размер сети выработок предусматривали разведку крупных и средних месторождений. При разведке более мелких залежей, в том числе для организации притрассовых карьеров, при сохранении общего характера сети размер ее следует согласовать с размером изучаемого месторождения.

Наиболее часто встречающиеся ошибки в выборе характера сети выработок и их плотности заключаются в следующем: 1) разведочная сеть не соответствует характеру строения полезной толщи; 2) плотность размещения выработок не соответствует масштабу залежи; 3) схема размещения выработок при проходке этих выработок грубо нарушена; 4) применена малоэффективная или нерекомендуемая схема расположения выработок.

В тех случаях, когда необходимо переместить выработку (если она при разбивке попала на полотно дороги и т. д.), перенос ее следует осуществлять по направлению разведочной линии. Применяющаяся дальность переноса от принятого расстояния между выработками составляет 10%.

Автор не является сторонником так называемых «конвертных» выработок, проходка которых, к сожалению, получила довольно широкое распространение. «Конвертная» выработка «для уточнения геологического строения» проходит в центре каждой ячейки основной квадратной или прямоугольной сети

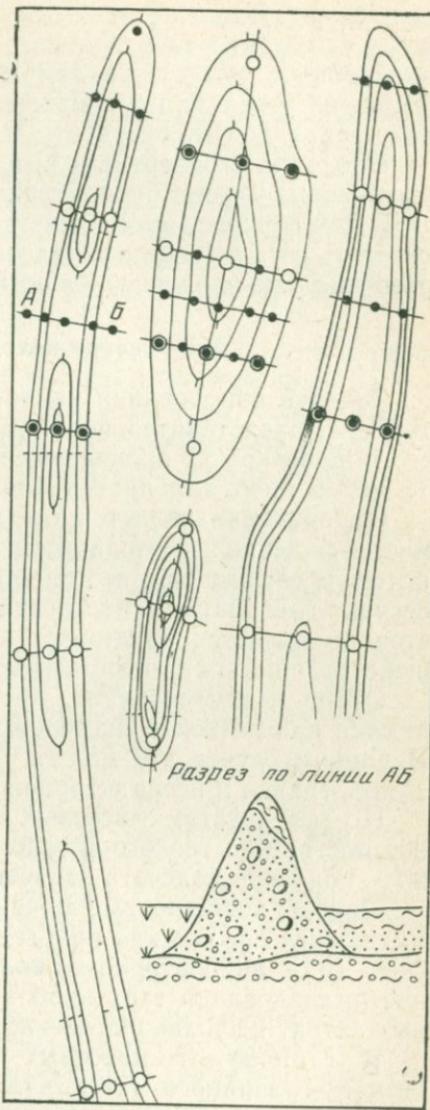


Рис. 19. Схема расположения выработок при разведке месторождений типа гряд различного происхождения. Условные обозначения см. к рис. 17

выработок. Даже не очень глубокий анализ позволяет установить, что фактически появляется не пятая выработка к ранее пройденным четырем, а самостоятельная новая система выработок, не увязанная в непрерывный геологический разрез с ранее пройденной системой.

Проходка «конвертной» выработки приводит к значительному увеличению объема буровых или горных работ.

В тех случаях, когда действительно оказывается необходимо сгустить сеть выработок, делать это следует путем дальнейшего развития уже сложившейся сети.

#### ОТБОР ИСХОДНЫХ ПРОБ И ПОЛЕВАЯ ИХ ОБРАБОТКА

Задачей опробования является: 1) отбор по выработкам материала, представительного для этой толщи, и предварительная его обработка; 2) проведение комплекса полевых определений; 3) отбор проб для проведения лабораторных исследований.

Опробование является составной частью работ по разведке месторождений и методически завершает собой проходку выработок. В связи с тем, что опробование месторождений вообще, а песчано-гравийных в частности, процесс трудоемкий, он постоянно является предметом пристального внимания и усовершенствования в геолого-разведочных организациях.

Отбор и исследование проб массового характера применяются при разведке месторождений всех полезных ископаемых. В данном случае это может быть определение содержания валунов, гравия и песка в горной массе.

По результатам массовых определений возможно объективное построение геолого-литологических разрезов и соответственно — контуров подсчета запасов полезной толщи.

Пробы, носящие выборочный характер, в практике работ именуются обычно как пробы для проведения физико-механических (или лабораторно-технологических) испытаний. Проведение исследований этих проб — процесс, требующий значительных затрат не только времени, но и средств.

В отличие от массовых физико-механические испытания песчано-гравийного материала в зависимости от его назначения могут включать определения: 1) морозостойкости гравия, валунов или щебня; 2) дробимости, истираемости, сопротивления удару гравия (щебня); 3) содержания пылевато-глинистых примесей в гравии (щебне), водорастворимых солей, сернистых и сернокислых соединений; 4) петрографического состава, формы зерен и характера их поверхности; 5) определения характера скрепляемости материала с битумом и т. д.

Комплекс физико-механических испытаний песка включает, как правило, определения: 1) гранулометрического состава, содержания пылевато-глинистых и органических примесей; 2) приращения объема песков при насыщении водой, массы,

коэффициента фильтрации; 3) петрографо-минералогического состава, содержания слюды, сернистых и сернокислых соединений, рудных минералов, водорастворимых солей.

По данным физико-механических исследований песка и гравия (щебня) определяется возможность использования их и технологические особенности применения.

В отдельных случаях возможны прямые испытания гравийного материала, например в бетоне. Испытания подобного рода, имеющие названия полных физико-механических или полу заводских, проводятся обычно для крупных месторождений и, как правило, по единичным пробам.

**Отбор и первичная обработка исходных проб.** Здесь и далее под исходными пробами следует понимать извлеченный из выработки в процессе ее проходки материал в интервале пробы.

Трудоемкость и характер работ по опробованию выработок во многом зависят от состава горной массы, т. е. от содержания в ней валунов, гравия и песка.

Согласно требованиям промышленности к валунам, гравию и песку относится обломочный материал размером: 1) валуны — более 70 мм; 2) гравий — от 5 до 70 мм; 3) песок — мельче 5 мм.

Геологическая классификация, относящая к пескам (материал крупностью до 2 мм), гравию (2—10 мм) и галечнику (10—100 мм) не соответствует тем определениям, которыми нам практически приходится руководствоваться.

В зависимости от содержания в горной массе валунов, гравия и песка месторождение может именоваться: 1) валунно-гравийно-песчаным — при значительном содержании валунов и гравия; 2) гравийно-песчаным — при отсутствии в горной массе валунов (или содержании их до 3—5%) и преобладании песчаной фракции; 3) песчано-гравийным — при преобладании гравийной фракции; 4) песчаным — при отсутствии гравия (или содержании его до 10%).

В основе опробования песчано-гравийных отложений заложено раздельное изучение слоев различного литологического состава, т. е. опробование носит послойный характер (рис. 20). К этому имеются дополнения следующего порядка.

1. При значительной мощности полезной толщи и относительно однородном ее строении пробы отбираются по интервалу не более 3—5 м. При большей мощности слоя отбираются соответственно несколько проб.

2. Слон некондиционных пород, включение которых в полезную толщу не снижает практически качества полезной толщи, могут раздельно не опробоваться (например, безгравийные пески мощностью до 1—2 м в песчано-гравийной толще).

3. Слон некондиционных пород, включение которых в полезную толщу может резко снизить ее качество или даже сделать

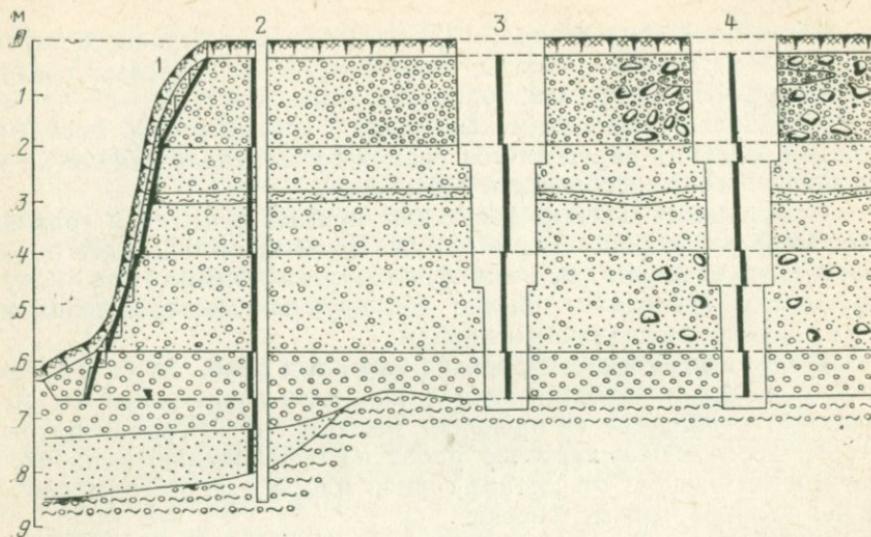


Рис. 20. Отбор проб по выработкам различных типов:  
1, 2 — послойный по расчистке и скважине; 3 — послойный по шурфу способом кратной  
бадьи; 4 — послойно-поинтервальный по шурфу валовым способом

материал непригодным для использования, опробуются раздельно. Это в первую очередь относится к прослойям глин и суглинков мощностью 0,25 м и более.

Как уже отмечалось ранее, в зависимости от состава горной массы, а именно: от размеров и содержания в ней валунов и крупного гравия, находится способ разведки, т. е. тип разведочной выработки. Песчаное или гравийно-песчаное месторождение разведается скважинами; при наличии валунов в полезной толще разведка возможна только шурфами. Тип примененных при разведке выработок определяет объем и характер работ по опробованию полезной толщи.

Например, при проходке скважин диаметром 168 мм с каждого погонного метра опробуемой толщи извлекается 32—38 кг горной массы, при проходке скважин диаметром 219 мм — 65—75 кг, а при изучении этой же толщи шурфами сечением 1 м<sup>2</sup> извлекается 1,6—2,4 т горной массы с каждого погонного метра.

**Способы отбора исходных проб.** Отбор кернового материала — наиболее простой способ отбора исходной пробы. При разведке месторождений скважинами керновый материал поступает в пробу, которая характеризует литологический состав опробованного слоя. Интервал пробы практически бывает в пределах 3—4 м, а при большой однородности толщи — 4—5 м. При большой мощности слоя отираются несколько проб. Мелкие прослойки (прослои песков в гравийном

слое) обычно не выделяются. При разведке месторождения скважинами — необходим контроль за выходом керна, что очень важно для правильного определения содержания гравия. Керн скважин укладывается в крепкий ящик ( $30 \times 30 \times 40$  см), вмещающий материал с 1 пог. м скважины диаметром 219 мм и с 2 пог. м диаметром 168 мм, что помогает вести контроль.

При разведке месторождения шурфами наиболее применим отбор исходной пробы способом кратной бады или валовым.

Способ кратной бады применим в том случае, если в горной массе месторождения валунный материал отсутствует. Смысл метода — получение с каждого погонного метра выработки, которая проходится разными, убывающими сечениями, постоянного количества горной массы.

Кратность бады определяется отношением меньшего диаметра шурфа ко всем последующим, и в соответствии с этим из каждого сечения отбирается исходный материал пробы.

Кратность бады выбирается такой, которая обеспечивает получение необходимого количества горной массы.

При наличии других диаметров каркасов путем несложного расчета можно установить кратность бады. В том случае, если по выработке предполагается провести лишь простой комплекс исследований — грохочение горной массы, отбор проб песков на определение гранулометрического состава — можно идти по линии резкого снижения массы пробы. Если же предполагается отбор пробы гравия для проведения физико-механических испытаний и тем более для проведения прямых испытаний в бетоне, необходимо выбрать такую кратность бады, которая бы обеспечивала получение нужного количества гравия.

$$P = \frac{M_{\text{гр}}}{D \cdot K_{\text{в}}},$$

где  $M_{\text{гр}}$  — масса пробы гравия, необходимая для испытаний;

$D$  — интервал пробы;

$K_{\text{в}}$  — коэффициент выхода гравия из горной массы;

$P$  — расчетный выход горной массы с 1 пог. м шурфа.

В процессе проходки шурfov  $K_{\text{в}}$  устанавливается ориентировочно. Если ожидаемый выход гравия составляет 30%, то  $K_{\text{в}}$  равен 0,3.

Валовый способ отбора проб применяется при разведке месторождений валунно-гравийно-песчаного материала. В исходную пробу включается весь извлекаемый в процессе проходки материал, причем каждая проба отбирается в пределах одной секции шурфа (участка шурфа, пройденного одним сечением). Проба может быть послойной лишь в том случае, если весь слой пересечен одной секцией.

В процессе проходки выработки проходчик и воротовщики производят так называемую породоразборку — выделяют из горной массы фракцию +70 мм (валуны, среди которых следует выделять фракции 70—150, 150—300 и более 300 мм). На

специально подготовленной площадке рядом с шурфом выкладывается материал размером менее 70 мм (рис. 21).

Валовый способ — единственный, обеспечивающий достоверность получения сведений при изучении месторождений с большим содержанием валунов. Однако он требует большого внимания, в частности, к процессу квартования. Если допу-

Рис. 21. Выкладка валунов и гравия у шурфа (Едровское месторождение Новгородской области)

стить небольшую неточность — не отметить одно из квартований материала мельче 70 мм, то соответственно вдвое будут занижены в последующих расчетах исходная масса этого материала и соотношение ее с фракцией крупнее 70 мм (с валунами, количество которых в горной массе будет вдвое завышено).

Нечеткость проведения операции перемешивания горной массы в процессе квартования и неточности проведения самого квартования могут также внести ошибки в вычисления выхода фракций. Первый контроль правильности проведенных операций — определение объемной массы пробы. Если по количеству валунов и гравия ожидалась объемная масса 2,1, а расчетной оказалась 1,4 или 2,9, то где-то допущена ошибка.

Способы сокращения исходных проб. Излишне отобранная масса исходной горной породы может быть сокращена способами квартования или вычерпыванием. Однако сокращение массы пробы не может быть произвольным, так как оставшаяся в результате сокращения часть пробы должна практически сохранить все ее качества и в первую очередь иметь представительность гранулометрического состава. Сокращение исходной пробы может быть проведено до получения пробы, минимальная масса которой, зависящая от размера обломочного материала, может быть рассчитана по формуле Ричардса—Чечотта:

$$Q = KD^2,$$

где  $K$  — коэффициент неравномерности, для гравийно-песчаного материала принимаемый равным 0,04;

$D$  — максимальный диаметр частиц (зерен), для гравия, принимаемый равным 70 мм;

$Q$  — масса пробы, равная  $0,04 \cdot 70^2 = 0,04 \cdot 4900 = 196$  кг.

Если горная масса представлена материалом, в котором содержится гравий с размером зерен до 50 мм, то масса пробы может составить не 196 кг, а 100 кг ( $Q = 0,04 \cdot 50^2 = 0,04 \cdot 2500 = 100$ ).

При наличии в горной массе валунов размером до 300 мм масса пробы должна быть:  $Q = 0,04 \cdot 300^2 = 0,04 \cdot 90000 = 3600$  кг = 3,6 т.

Квартованиe пробы состоит из двух операций — перемешивания материала пробы способом кольца и конуса и собственно квартования.

Перемешивание пробы производится на специальной площадке — дощатом или фанерном настиле. Проба на площадке выкладывается в виде кольца. Рабочий, двигаясь по его периметру и подбирая материал пробы лопатой, насыпает в центре кольца конус. Когда материал пробы из кольца полностью перейдет в конус, последний с помощью доски разворачивается в диск высотой 15—20 см. Диск делится (квартуется) на 4 сектора, два из которых (противоположных) выбрасываются в отвал, а оставшиеся два — идут в пробу. При необходимости дальнейшего сокращения из материала пробы выкладывается кольцо и т. д. Каждое квартование в два раза уменьшает массу материала.

Методом вычерпывания можно сократить материал в процессе проходки шурфа, отбирая совком из каждой бады (или краткой бады) одинаковые порции породы (3—7 кг). Используется этот метод и при отборе пробы из отвала горной массы, предварительно перемешанного и развернутого в диск. В этом случае на поверхности диска намечается сетка  $30 \times 30$  ( $50 \times 50$ ) см, из каждой ячейки которой совком выбираются одинаковые порции породы, в сумме составляющие пробу.

**Полевые исследования проб** включают: 1) грохочение горной массы; 2) петрографическую разборку; 3) определение объемной массы фракций; 4) определение объемной массы пробы и коэффициента разрыхления.

Грохочение горной массы производится на ручном переносном или полустационарном грохоте с комплектом сит: 5, 10, 20, 40 и 70 мм (сито 70 мм может не применяться, так как фракция более 70 мм отделяется вручную, для чего используется проволочный шаблон — кольцо). Указанный комплект сит позволяет выделять фракции: 5 мм (песок-отсев), 5—10, 10—20, 20—40, 40—70 и более 70 мм.

Данные грохочения заносятся в специальный журнал, где фиксируются и все предыдущие операции — взвешивание (или обмер) валунов, квартование горной массы и т. д.

На основании данных этого журнала производятся вычисления состава исходной горной массы — содержания в ней валунов, гравия по фракциям, песка-отсева.

Расчет (процентное содержание) выхода фракций из горной массы имеет варианты.

Вариант I — горная масса не включает валуны (проба отбиралась по скважинам или из шурфов методом кратной бадьи). Этот вариант расчета весьма прост. Выход любой фракции (в %) определяется отношением массы этой фракции (отсевянной из пробы) к массе пробы.

Вариант II — горная масса содержит валуны (проба отбиралась из шурфов валовым способом).

Петрографическая разборка. Изучение петрографического состава валунов и гравия производится с выделением следующих групп пород:

Группа I — породы химически стойкие и физически крепкие — интрузивные, изверженные, метаморфические.

В этой группе выделяются породы кислого состава — граниты, гнейсы, кварциты и т. д.

Группа II — породы химически стойкие, но в механическом отношении некрепкие, — глинистые и песчано-глинистые сланцы и т. д.

Группа III — породы механически крепкие, но химически нестойкие, — доломиты, известняки, доломитизированные известняки, и т. д. В этой группе выделяются кремнистые породы — окремненные известняки, кремни и т. д.

Группа IV — выветрелые слабые породы любого петрографического состава.

Петрографическая разборка производится раздельно по фракциям. Разборка мелких фракций (3—5, 5—10, 10—20 и 20—40 мм) осуществляется по пробам, каждая из которых состоит из 100 зерен. Фракции 40—70 мм и валуны разбираются полностью. Это относится ко всем фракциям, количество зерен в которых менее ста. Содержание тех или иных пород в крупном материале устанавливается в процентах к общей массе фракции. Одновременно с петрографической разборкой производится определение наличия зерен лещадной и игольчатой форм, содержание которых выражается в процентах к общей массе фракции. При этом отмечается преобладающая форма зерен (сферическая, овальная, эллипсоидная, удлиненная и т. д.), а также характер поверхности зерен (полированная, гладкая, шероховатая, ямчатая и т. д.).

Определение объемной массы пробы и фракций, а также коэффициента разрыхления. Объемная масса пробы определяется для слоев, имеющих различное содержание гравия и валунов. При разведке месторождения скважинами для этих целей специально проходится шурф. При залегании изучаемого слоя с поверхности (например, в дне карьера) проходится шурф сечением 1×1 м и глубиной 1 м.

Вся вынутая проба взвешивается, объем ее замеряется мерными ящиками. Определяется гранулометрический состав горной породы.

Объемная масса в целике

$$OM_{\text{ц}} = \frac{M_{\text{п}}}{O_{\text{в}}} ,$$

где  $M_{\text{п}}$  — масса породы;

$O_{\text{в}}$  — объем выработки в интервале отбора пробы.

Объемная масса в разрыхленном состоянии

$$OM_p = \frac{M_{\text{п}}}{O_{\text{п.р}}} ,$$

где  $O_{\text{п.р}}$  — объем породы в разрыхленном состоянии.

Коэффициент разрыхления породы

$$K_p = \frac{O_{\text{п.р}}}{O_{\text{в}}} .$$

При разведке месторождений с помощью шурфов определение объемной массы производится по выработке, специально для этих целей выбранной (вскрывающей различные в литологическом отношении слои). В этом случае в пределах строго выдержанного метрового (при большом сечении шурфа — полуметрового) интервала необходимо взвесить всю поднятую горную массу, мерными ящиками определить ее объем. Объем выработки в интервале отбора пробы определяется с максимальной степенью точности. Диаметр сечения уточняется путем многократного (по периметру крепи) обмера металлической линейкой пространства за досками крепи. Все расчеты производятся в соответствии с вышеприведенными.

Определение объемной массы различных фракций производится по той же методике: объем изучаемой фракции замеряется мерным ящиком, а масса — путем взвешивания на весах.

#### ОТБОР ЛАБОРАТОРНЫХ ПРОБ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ РАБОТ

В поисково-рекогносцировочную стадию — в период выявления месторождений — работы по опробованию не предусматриваются. Изучение качественных особенностей полезной толщи производится визуально, путем определения гранулометрического состава песков и их глинистости, содержания гравия, его размеров, степени окатанности и петрографического состава (преобладающих пород). Для уточнения состава горной массы по отдельным выработкам возможно проведение грохочения с выделением основных компонентов — песка и гравия.

Визуальный способ определения содержания гравия в гра-

вийно-песчаном материале весьма прост: вынутая из закопушки (шурфа) горная пробы массой 2—3 кг выкладывается здесь же на очищенную площадку. Гравий вручную выбирается и выкладывается в конус. Из оставшегося песка формируются конусы, объемы которых равны первому конусу. Соотношение гравия к общей массе породы определяет его содержание.

В стадию детальных поисков на выявленных перспективных площадях по редкой сете проходятся выработки, среди которых опробуются все, вскрывшие полезную толщу. Пробы песчано-гравийного материала идут на грохочение с выделением всех фракций гравия и валунов. Отбираются пробы песков и песков-отсевов для проведения сокращенного комплекса исследований. Масса проб должна быть согласована с лабораторией, обычно же она не превышает 2,5 кг. Для оценки выявленного месторождения в соответствии с требованиями ГОСТов или СНиПов отбираются пробы на полный комплекс испытаний по одной — трех выработкам в зависимости от размеров изучаемой залежи. Одновременно по этим же выработкам изучается петрографический состав гравия, в том числе определяется количество слабых и лещадных зерен.

Пробы песка на полный лабораторный комплекс исследований в зависимости от количества испытаний связанных с назначением песка, могут иметь массу 5—20 кг.

Каждая из проб гравия должна содержать:

фракцию 5—10 мм	массой не менее 30 кг
» 10—20 мм	» 30 кг
» 20—40 мм	» 50 кг

В стадию предварительной разведки производится грохочение песчано-гравийного материала с определением фракционного состава гравия по выработкам, вскрывшим полезную толщу.

По всем выработкам отбираются пробы песков и песков-отсевов для кратких лабораторных исследований. По одной-трём выработкам, расположенным внутри возможного контура подсчета запасов (вместо указанных), отбираются пробы на полный комплекс исследований. По этим же выработкам изучается петрографический состав.

В стадию детальной разведки по всем пробам всех выработок производится грохочение гравийно-песчаного материала (с определением фракционного состава гравия). По всем выработкам от всех проб отбираются в контуре подсчета запасов лабораторные пробы песков и песков-отвесов массой 2,5 кг для тех же кратких определений, что и в предварительную стадию работ. По одной — трем выработкам отбираются пробы для полного комплекса лабораторных исследований.

Валунный материал месторождений также изучается в полевых условиях — определяются содержание его в горной массе

(в том числе по фракциям) и петрографический состав. В тех случаях, когда не предполагается использовать валуны (при трассовые залежи), их можно не изучать в лабораторных условиях. Для целей комплексной оценки залежи, особенно при существенном содержании валунов (свыше 3—5%), изучение их необходимо. Комплекс лабораторных исследований тот же, что и для гравия. Испытания производятся по щебню, изготовлен-

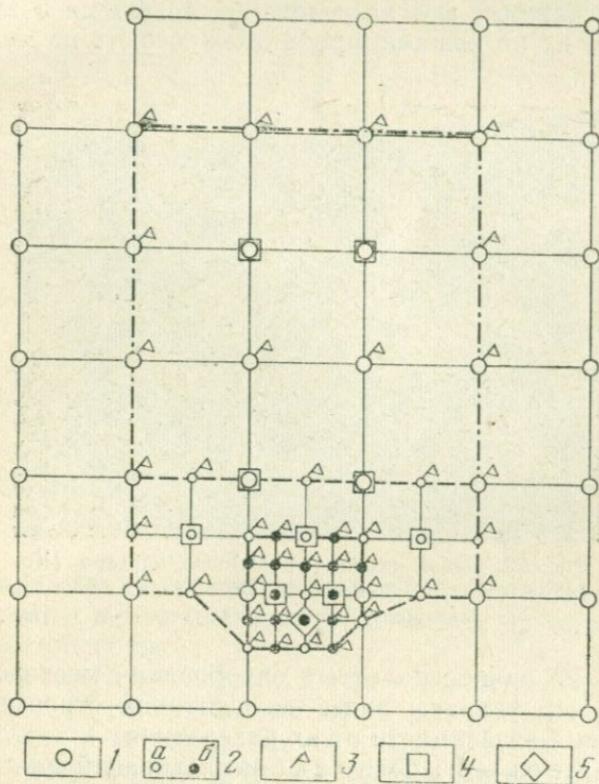


Рис. 22. Схема опробования песчано-гравийного месторождения:

1 — выработки поисковой стадии; 2 — выработки стадий разведки (*a* — предварительной, *b* — детальной); 3 — отбор проб на сокращенный комплекс испытаний; 4 — отбор проб на полный комплекс испытаний; 5 — отбор на изучение технологических свойств сырья

ленному из валунов. Пробы отбираются раздельно по нескольким выработкам (из числа тех, по которым производятся соответствующие испытания гравия), на всю мощность полезной толщи. Общая масса пробы щебня из валунов составляет 150—200 кг. Петрографический состав ее должен соответствовать природному по данной выработке.

Проба валунов представляет собою один или несколько валунов одного петрографического состава, отобранных с одной выработки. Общий объем валунов должен обеспечить изготов-

ление кубиков размёром  $5 \times 5 \times 5$  см в количестве, достаточном для проведения исследований исходной породы, которые могут включать определения: 1) механической прочности на раздавливание в сухом состоянии; 2) механической прочности на раздавливание в водонасыщенном состоянии; 3) морозостойкости путем непосредственного замораживания и оттаивания образцов-кубиков.

Если на каждый вид исследований требуется 5 кубиков, то общее число их по каждой пробе должно быть не менее 15 шт.



Рис. 23. Забой песчано-гравийного карьера (Кочановское месторождение Витебской области)  
1 — вскрышной выступ; 2, 3 — добывчные уступы

На рис. 22 приведена схема опробования месторождения, а в табл. 45—46 указаны виды исследований строительного песка и гравия в зависимости от их назначения.

Сокращенный комплекс исследований для песков может во всех случаях включать только определение гранулометрического состава. Однако, если возможность использования песков зависит и от другого фактора, имеющего ведущее значение в конкретно сложившейся обстановке, следует включить и его определение. Это может быть определение коэффициента фильтрации песков, предназначенных для устройства морозозащитного и фильтрующего слоя автодорог.

Полный комплекс испытаний включает в дополнение к сокращенному все те определения, которые необходимы для полной оценки песка и гравия применительно к требованиям промышленности.

Кроме отмеченных (см. табл. 46) исследований возможны и специальные виды испытаний, например гравия в бетоне. Необходимость этих исследований устанавливается обычно уже в процессе работ, основанием для чего является повышенное

Таблица 45

## Основные виды исследований строительных песков в зависимости от их назначения

Наименование определений	Определение необходимо (+), не производится (-)		
	подстилающие породы	асфальтобетон и битумоминеральная смесь	цементобетон
Петрографо-минералогический состав, поверхность зерен, их форма и окатанность	+	+	+
Содержание сернистых и сернокислых соединений в пересчете на $\text{SO}_3$	-	-	+
Содержание слюды	-	-	+
Объемная масса	+	+	+
Плотность	-	+	-
Содержание вредных органических примесей	-	-	+
Гранулометрический состав, в том числе лимитируется:	+	+	+
фракция — менее 0,14 мм	+	-	+
фракция — менее 0,071 мм	-	+	-
Содержание пылевато-глинистых примесей	+	-	+
Содержание глинистых примесей	+	-	+
Коэффициент фильтрации	+	-	-
Пределы пластичности фракции — 0,63 мм	+	-	-

содержание: 1) зерен слабых и выветрелых пород; 2) пылевато-глинистых или органических примесей; 3) зерен лещадной и пластинчатой формы.

Прямые испытания гравия дают окончательное заключение о возможности его использования (в данном случае для получения бетона) в естественном виде или после соответствующей обработки — промывки, сортировки. Непосредственные испытания гравия в бетоне необходимы и при решении вопроса использования аллювиального сильно окатанного гравия в бетоне марки «300» и любого гравия — в бетоне марки «400». Как правило, гравий (щебень из валунов и гравия) в бетоне испытывается совместно с песком того же месторождения.

## ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Месторождения песка и песчано-гравийных материалов, залегающие значительно выше уровня грунтовых вод, эксплуатация которых предусматривается обычным карьерным способом, не нуждаются в проведении каких-либо специальных гидрогеологических исследований. Лишь для крупных месторождений, отработка которых может осуществляться на протяжении длительного периода, необходимо предусмотреть усло-

Таблица 46

**Основные виды исследований гравия (щебня из гравия, валунов) в зависимости от назначения**

Наименование определений	Определение необходимо (+), не производится (-)			
	гравийные основания и необработанные покрытия	черные гравийные покрытия	асфальтобетон	цементобетон
Петрографический состав, форма и окатанность зерен, характер поверхности, в том числе лимитируется:	+	+	+	+
содержание слабых и выветрелых зерен	+	+	+	+
содержание лещадных, пластинчатых и игольчатых зерен кремния, окремненных пород	+	+	+	+
Содержание сернистых и сернокислых соединений в пересчете на $\text{SO}_3$	-	-	-	+
Содержание водорастворимых солей	-	+	+	-
Морозостойкость	+	+	+	+
Износ в полочном барабане	+	+	+	-
Дробимость в цилиндре	+	+	+	+
Прямые испытания гравия с битумом	-	+	+	-
Определение характера сцепляемости в бетоне	-	-	-	+
Содержание вредных органических примесей	-	-	-	+
Содержание пылевато-глинистых примесей	+	+	+	+
Содержание глинистых примесей	+	+	+	+

вия, обеспечивающие сток поверхностных вод, а в необходимых случаях — рассчитать водоприток в карьер за счет атмосферных осадков и поверхностного стока в целях принятия необходимых мер для его отвода, дренажа или откачки.

Ниже нами будут рассмотрены более сложные варианты.

Гидрогеологические исследования залежей, отработка которых предполагается до уровня грунтовых вод. В целях наиболее полной выемки залежи без излишних потерь сырья в подошве карьера необходимо установить оптимальное положение нижней границы отработки. Для этого необходимо произвести ряд определений, в том числе — уровня грунтовых вод по выработкам.

В процессе проходки выработок отмечаются уровень появления и установившийся уровень грунтовых вод, причем для всех

расчетов применяется последний. Если проходка выработок на месторождении производилась непродолжительное время (3—7 дней) и в период относительной стабилизации уровня грунтовых вод, поправку на его колебания можно не производить. При более продолжительном периоде изучения месторождения из числа первых пройденные скважины оборудуются как гидронаблюдательные. После завершения работ на месторождении составляется график колебаний уровня грунтовых вод (УГВ) по гидронаблюдательным выработкам и соответственно корректируются УГВ по остальным выработкам. При построении геологических разрезов наносятся приведенные УГВ.

Нижняя граница подсчета запасов может быть проведена через эти точки, если работы проводились в период с максимальным положением УГВ (например, в период весеннего половодья). Это обеспечивает возможность отработки залежи сухим способом на протяжении почти всего года.

Для того чтобы установить максимально доступную глубину отработки залежи сухим способом, необходимо иметь данные многолетних наблюдений за режимом грунтовых вод и соответственно определить нижнюю границу подсчета запасов. Эти данные могут быть получены в местных пунктах гидрометслужбы. При длительном сроке исполнения полевых работ устанавливаются также гидропосты в районе месторождения на озерах и водотоках.

Гидрогеологические исследования обводненных залежей, отработка которых предполагается способом гидромеханизации (плавучими земснарядами). Способом гидромеханизации могут отрабатываться месторождения песка и песчано-гравийного материала, не имеющие в своем составе валунов (в зависимости от типа земснаряда возможна отработка материала при наличии единичных включений размером не более 100—200 мм).

Наличие в полезной толще ниже уровня грунтовых вод прослоев и линз связных грунтов (глин, суглинов) весьма осложняет отработку залежи, а при их значительной мощности (до 1,5—2 м) может сделать эксплуатацию залежи экономически неэффективной.

В связи с тем, что отработка залежи производится с помощью плавсредств, для нормальной их работы необходимо не только наличие воды, но и обеспечение необходимой глубины бассейна, которая должна быть не менее 2—2,5 м. Для нормальной работы земснаряда в зависимости от его мощности требуется несколько тысяч кубических метров воды в час, в связи с чем большое значение имеет определение возможного водопритока в карьер, в том числе на период его организации.

Приток воды в котлован, образованный в процессе гидродобычи, можно определить по формуле С. К. Абрамова

$$Q = \pi K S \left[ \frac{S}{2,3 \lg \frac{R}{r_0}} + \frac{2r_0}{1,57 + \frac{r_0}{T} \left( 1 + 1,18 \lg \frac{R}{4T} \right)} \right],$$

где  $Q$  — приток воды в котлован;

$K$  — коэффициент фильтрации водоносного пласта, м/сут;

$S$  — понижение уровня грунтовых вод в процессе работы земснаряда;

$r_0$  — приведенный радиус карьера, равный радиусу эквивалентного круглого колодца и зависящий от размеров карьера в плане;

$T$  — расстояние от водоупора до зеркала воды в выемке, м;

$R$  — радиус влияния карьера, м.

Коэффициент фильтрации определяется опытным путем по данным откачек из скважин, пройденных внутри контура подсчета запасов. При этом радиус карьера  $r_0$  определяется по формуле

$$r_0 = \sqrt{\frac{C}{\pi}},$$

где  $C$  — протяженность стенок котлована по периметру;

$r$  — радиус влияния карьера (можно взять из табл. 47).

Таблица 47

Взаимосвязь радиуса влияния карьера с характером водовмещающих пород (по М. Е. Альтовскому)

Характер водовмещающих пород	Коэффициент фильтрации, м/сут	Радиус влияния, м
Гравийно-галечные, без примеси мелких частиц; крупнозернистые и среднезернистые однородные пески	60—70 и более	200—300
Гравийно-галечниковые со значительной примесью мелких частиц	60—20	100—200
Неоднородные разнозернистые и мелкозернистые пески	20—5	80—150

В зависимости от реальной гидрогеологической обстановки расчеты могут быть выполнены по другим, соответствующим им формулам, учитывающим эти особенности.

#### ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ И РАЗВЕДКЕ ПЕСКА И ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОГО МАТЕРИАЛА

Геофизические методы проведения поисков и разведки месторождений строительных материалов и, в частности, поиски и

разведка песков и гравийно-песчаного материала могут дать большой экономический эффект и выигрыш во времени по сравнению с обычными геологическими методами (маршрутным обследованием площадей, проходкой скважин и шурфов). В первую очередь это объясняется большой разницей в трудоемкости процессов изучения геологического разреза теми и другими методами. Однако, как показала практика, необходимый эффект может быть получен лишь при тесном контакте и взаимном и непрерывном обмене информацией геологов и геофизиков. В наших условиях обычно применяется метод электроразведки в его вариантах — вертикальном электроздонировании и электрическом профилировании. В связи с тем, что значение электрического сопротивления для любой горной породы непостоянно и зависит от целого ряда факторов, оно должно определяться в конкретной геологической обстановке. В этом случае от геолога требуется предоставить в распоряжение геофизика изученный с помощью горных и буровых работ геологический разрез или несколько точек, в которых вскрыты породы, характерные для подлежащей изучению территории, в том числе породы вскрыши, полезной толщи и подстилающие их образования (желательно с вариантами). Геофизик, имея конкретный разрез, устанавливает для каждой породы характерные значения сопротивлений. Это же делается и в том случае, если в пределах изучаемой территории вскрывается новый комплекс пород. Геологическими работами необходимо также производить определение разреза на глубину там, где геофизические данные не дешифруются.

При такой взаимосвязи данных геологии и геофизики возможно решение необходимых геологических задач на разных этапах работ — от поисково-рекогносцировочного обследования до детальной разведки. Геофизика предоставляет в распоряжение геолога данные, указывающие на вероятность нахождения (или отсутствия) в той или иной точке песков и песчано-гравийного материала приблизительную их мощность и глубину залегания. Геофизические методы в отличие от геологических не могут представить конкретных данных о литологических особенностях тех или иных образований, в связи с чем значение геофизических работ по мере детальности исследований (от поисков к детальной разведки) закономерно снижается.

Ниже переходим к рассмотрению возможной методики проведения геофизических работ на разных стадиях.

Поисково-рекогносцировочное исследование производится геологическим отрядом путем маршрутного обследования территории и выделения площадей, требующих расшифровки и уточнения. Назначение геофизики заключается в выяснении строения закрытых площадей и прослеживании на глубину и по площади перспективных отложений. На основании

геофизических данных выбираются представляющие интерес площади, на которых проводится контрольное бурение.

Детальные поиски производятся на площадях, в пределах которых контрольное бурение установило наличие песков или песчано-гравийного материала, залегающих в условиях, доступных для отработки. Здесь с помощью ВЭЗ производится определение размеров и конфигурации залежи и условий ее залегания, конкретизируется масштаб залежи, что имеет особенно большое значение для месторождений закрытых и не проявляющихся в рельефе. На основании полученных данных определяются характер геологоразведочной сети, ее размер и ориентировка. Пройденные по выбранной поисковой сети выработки дают материал, необходимый для окончательного выбора участка.

Геологоразведочные работы. В стадию геологоразведочных работ геофизика может быть использована лишь в тех случаях, когда необходимо установить: 1) размер и конфигурацию инородного массива, включенного в полезную толщу, без дополнительного бурения скважин; 2) положение погребенных бортов долины; 3) возможность прироста запасов на глубину.

За исключением последнего случая, в стадию геологоразведочных работ наиболее рационален метод вертикального профилирования. Обводненная часть толщи валунно-гравийного месторождения (недоступная для бурения) может быть изучена с помощью геофизических методов.

#### ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

При разведке месторождений песка и песчано-гравийного материала топографические работы включают: 1) привязку поисково-рекогносцировочных одиночных и групповых выработок; 2) составление схематизированных планов перспективных площадей; 3) разбивку сети поисковых и разведочных выработок; 4) проведение топографических съемок.

Кроме обслуживания геологических работ возможны исследования и по разбивке линий для проведения геофизических работ. Для гидрогеологических исследований могут быть произведены плановая и высотная привязка гидронаблюдательных пунктов, а также топографическая съемка по линии возможного поверхностного стока грунтовых вод будущего карьера.

Часть топографических работ (разбивку сети поисковых и разведочных выработок) обычно приходится производить полевому геологу, в связи с чем он должен уметь производить простейшие операции с помощью теодолита или буссоли.

Разбивку выработок при вытянутой и узкой форме залежи типа террасы необходимо начать с проложения осевой линии, на которой через каждые 100 м устанавливаются пронумеро-

ванные пикеты. В зависимости от принятой системы выработок через 400—800 м под прямым углом к оси проходятся поперечные линии, также с установкой нумерованных пикетов. На основе этих данных уточняются размеры площади, подлежащей изучению, ее план-схема и намечается сеть первоочередных выработок. Все последующее развитие сети делается на основе этих линий. При значительном по занимаемой площади участке изометрической формы, особенно в случае разбивки сети без специальных приборов, наиболее рационально заложение двух (параллельных оси) линий с расстоянием между ними 400—800 м. Самоконтроль правильной разбивки квадратной сети производится путем сравнения длин сторон квадрата.

При небольших масштабах залежи топографические съемочные работы производятся при выявлении запасов категорий А или В. При значительных размерах месторождения площадь с запасами категории С<sub>1</sub> может быть картирована в масштабе 1:5000, с обязательным составлением сводного плана месторождения.

#### КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ И СОСТАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОТЧЕТА

На основании данных, полученных в результате проведения полевых поисковых и геологоразведочных работ, а также лабораторных анализов и испытаний составляется геологический отчет по оценке выявленного промышленного месторождения или паспорт для притрассового месторождения. Содержание материала геологического отчета, его структура предусмотрены инструкциями ГКЗ. Однако следует обратить внимание на расположение материала на тот случай, если разведочные работы проводились на нескольких месторождениях. Более удобным для пользования является помещение в одном разделе отчета всех характеристик месторождения — от особенностей его геологического строения до подсчета запасов. Менее удачным следует считать расположение материала разрозненно по отдельным главам, в каждой из которых дается оценка сразу всех месторождений. Несмотря на то, что в первом случае возможно некоторое повторение одних и тех же положений, однако исключается возможность ошибочного переноса данных одного месторождения к другому. Особого внимания при составлении отчета требует раздел «Качественная оценка полезной толщи».

Материал, дающий оценку качеству месторождения, должен располагаться в следующем порядке: 1) оценка количественного состава горной массы (содержания песка, гравия, валунов) в целом по месторождению, по его участкам, горизонтам и блокам подсчета запасов, в том числе с указанием фракционного состава песка, гравия и валунов; 2) качественная характеристика песка по результатам сокращенного комплекса исследо-

дований и данным полного цикла испытаний, с подтверждением представительности последних в целом для характеризуемых площадей; 3) качественная оценка гравия (в той же последовательности); 4) качественная оценка валунов и щебня из валунов; 5) заключение о возможности использования песка, гравия и валунов.

Раздел «Качественная оценка» базируется на данных полевых и лабораторных определений, помещаемых в текстовые приложения к отчету. В раздел вводятся для демонстрации лишь обобщенные результаты этих определений. Оценка гранулометрического состава гравия дается с указанием средневзвешенных данных в целом по месторождению и по отдельным его частям с указанием колебаний состава по выработкам.

Аналогично производится оценка гранулометрического состава песков и петрографического состава валунов и гравия. Способ получения усредненных данных по вскрытой полезной толще методом средневзвешенного (табл. 48) обеспечивает максимальную степень достоверности этих данных, особенно в случаях резких колебаний мощности проб и изучаемого показателя. Однако в связи с большой трудоемкостью этого метода расчета, в частности при вычислении средневзвешенного фракционного состава песков, эту операцию можно свести к вычислению средневзвешенного модуля песка, косвенно отражающего средневзвешенный состав песка. Экспресс-оценка на уровне промежуточного отчета может быть произведена и без вычисления средневзвешенных показателей, путем выборки экстремальных данных (от — до), с привязкой проб к геологическому разрезу полезной толщи и обязательным указанием оптимального диапазона колебаний показателей и общего числа проб в этом диапазоне.

Оценка качества полезного ископаемого производится с учетом лишь тех проб и выработок, которые включены в контур подсчета запасов. Общая оценка залежи, характер изменения ее качественных показателей могут быть приведены в разделе «Геологическое строение месторождения». Разделы отчета «Качественная оценка» и «Подсчет запасов» весьма тесно связаны. Подсчет запасов полезного ископаемого включает ряд операций, причем одной из первых является оконтуривание тела полезного ископаемого.

Оконтуривание тела полезного ископаемого — это выделение той части залежи, в пределах которой:

- а) качество сырья по всем пробам и выработкам удовлетворяет требованиям промышленности (ГОСТам, ОСТАм, СНиПам);
- б) горно-эксплуатационные условия соответствуют требованиям конкретного заказчика.

Контур подсчета запасов проводится только через выработки, полезная толща которых как по качеству, так и по условиям залегания удовлетворяет всем поставленным требованиям.

Таблица 48

Пример вычисления состава горной массы по выработке и блоку подсчета запасов методом средневзвешенного

Номер выработки	Номер пробы	Интервал пробы, м	Мощность, м	Содержание фракции в %							Произведение: мощность слоя (м), умноженная на содержание соответствующей фракции (%)							
				Гравий														
				валуны более 70 мм	70—40 мм	40—20 мм	20—10 мм	10—5 мм	70—5 мм	песок менее 5 мм								
Скв. 1	104	0,6	3,0	2,4	—	6	12	18	36	64	—	14,4	28,8	43,2	86,4	153,6		
	105	3,0	6,2	3,2	2,0	3	4	8	14	29	69	6,4	9,6	12,8	25,6	44,8	92,8	220,8
	106	6,2	8,0	1,8	1,0	7	9	12	19	47	52	1,8	12,6	16,2	21,6	34,2	84,6	93,6
Сумма				7,4							8,2	22,2	43,4	76,0	122,2	263,8	468,0	
Средне-взвешенное					1,1	3	5,9	10,3	16,5	35,7	63,2							

В виде исключения допускается включение не удовлетворяющих по тому или иному показателю проб (выработок) внутри контура подсчета запасов, если это ведет к более полной их отработке или улучшению условий эксплуатации. При этом должно выполняться основное условие — среднее качество сырья в контуре ближайших выработок (с учетом включаемой) должно удовлетворять требованиям промышленности. В процессе оконтурирования залежи большое значение имеет правильное определение верхней и нижней ее границ. Верхняя граница подсчета запасов проводится вдоль линии раздела вскрыши — полезная толща. Если вскрыша попутно не используется в строительных целях (для отсыпки земляного полотна), она может не опробоваться. В этом случае верхняя граница подсчета запасов проводится по подошве вскрышного слоя при условии, что ниже идет опробованная часть залежи. При сложном строении залежи верхняя граница подсчета проводится по границе между кондиционными и некондиционными отложениями продуктивной толщи (устанавливается по результатам исследования проб).

Нижняя граница подсчета запасов проводится: 1) по подошве полезной толщи (по границе полезная толща — подстилающие породы); 2) по границе между кондиционными породами полезной толщи с некондиционными подстилающими породами; 3) по условной границе, которой может быть зеркало грунтовых вод или другая оговоренная заданием граница (максимальная глубина залегания, абсолютная отметка и т. д.).

Подсчет запасов может производиться различными методами, однако наибольшее распространение получили для нашего вида полезного ископаемого два — метод геологических блоков и метод вертикальных сечений. Метод геологических блоков (иногда именуемый как метод среднеарифметического) — наиболее распространенный и при всей своей простоте обеспечивает необходимую точность подсчета. Он применим и в случае подсчета запасов залежей, выявленных и изученных единичными выработками. Наибольшая точность метода достигается в случае подсчета запасов детально изученных залежей. Блоки подсчета включают площади с равномерной сетью выработок и близкими условиями залегания полезной толщи. Объем запасов геологического блока определяется по формуле

$$V = Sh,$$

где  $S$  — площадь блока;

$h$  — средняя мощность полезного ископаемого.

Площадь подсчета запасов в случае изменчивого контура определяется планиметрированием. Простые по конфигурации площади могут быть разбиты на составляющие их геометрические фигуры и вычислены аналитически.

Определение размера площадей с высокой точностью можно производить и способом взвешивания, неоднократно применявшимся

шимся автором при сложных конфигурациях залежей. Заключается он в том, что один план с контурами подсчета запасов разрезается по границам блоков или фигур подсчета. Эти фигуры взвешиваются с максимальной точностью на аналитических весах. Для установления «цены деления» взвешиваются и вырезанные из этого же листа три квадрата размером  $10 \times 10$  см. Определив массу  $1 \text{ см}^2$  бумаги и зная ее площадь в масштабе карты (для м-ба  $1:2000$  — это  $400 \text{ м}^2$ , для м-ба  $1:5000$  —  $2500 \text{ м}^2$ ), легко установить и площадь фигур.

Средняя мощность полезного ископаемого в контуре блока определяется по формуле

$$h_{cp} = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{n},$$

где  $h_1, h_2, h_n$  — мощность полезного ископаемого по выработкам, включенными в контур блока;

$n$  — число выработок.

Этим же способом вычисляется средняя мощность вскрыши, а также различных прослоев внутри полезной толщи.

Метод вертикальных параллельных сечений применяется при подсчете запасов залежей, имеющих весьма сложный микрорельеф и соответственно весьма сложную конфигурацию вскрыши и полезной толщи в вертикальной плоскости (в плоскости геологического разреза). Этот же метод применим и при подсчете запасов залежей, частично отработанных карьерами.

Объем запасов между двумя соседними линиями разрезов (объем блока, заключенного между двумя параллельными вертикальными сечениями) равен:

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot l,$$

где  $S_1$  и  $S_2$  — площади вертикальных сечений полезной толщи, определенные планиметром по геологическому разрезу,  $\text{м}^2$ ;

$l$  — расстояние между сечениями, м.

При сечениях  $S_1$  и  $S_2$ , близких по значению, использование этой формулы обеспечивает необходимую точность результатов. При расхождениях между  $S_1$  и  $S_2$  более чем на 40% необходимо пользоваться формулой

$$V = \frac{S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 + S_2}}{3} \cdot l.$$

Камеральные работы не всегда завершаются составлением геологического отчета. Дорожными организациями давно уже разработана и повсеместно внедрена иная форма отчетности, рассчитанная в первую очередь на эксплуатационников — так называемый паспорт месторождения. Этот паспорт представ-

ляет собою чертеж, равный приблизительно стандартному листу, на котором размещаются: 1) топографический план месторождения с контурами подсчета запасов; 2) два геологических разреза, построенных по взаимно перпендикулярным линиям, с контурами подсчета запасов; 3) таблица данных полевых и лабораторных исследований песка и гравия; 4) таблица подсчета запасов; 5) колонка с краткими сведениями о местонахождении месторождения, его строении, качестве и рекомендациях по использованию.

Паспорта составляются для притрассовых месторождений, объем запасов которых, как правило, не превышает 1,5—2 млн. м<sup>3</sup>. Благодаря этим паспортам эксплуатационники получают вместо отчета простой и конкретный документ.

#### ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ

От правильно поставленной геологической службы на горнодобывающем предприятии зависит не только полнота выемки полезного ископаемого, но и качество сырья (рис. 23). Хорошая традиция существует в проектно-изыскательских организациях, не остающихся в стороне от претворения в жизнь результатов их работ. В данном случае это авторский надзор не только над ходом строительства по разработанному проекту, но и авторский надзор за введением в эксплуатацию месторождения. Надзор геолога, выявившего и разведавшего крупное месторождение строительных материалов, хотя бы в первый период его освоения имеет большое значение.

Среди задач геологической службы на горнодобывающем предприятии могут быть выделены следующие, обеспечивающие: 1) полноту выемки полезного ископаемого; 2) качество полезного ископаемого; 3) необходимую степень геологической изученности отрабатываемой территории; 4) учет добычи сырья; 5) фронт работ на карьере и проведение рекультивации выработанных площадей.

Утвержденные Госгортехнадзором СССР «Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом» отмечают: «Каждое горное предприятие (карьер), разрабатывающее месторождение полезных ископаемых открытым способом, должно иметь: а) утвержденный проект разработки; б) установленную маркшейдерскую и геологическую документацию».

Проведение эксплуатационных работ на месторождении без указанных документов не допускается. В этой связи одной из дополнительных задач геологической службы является своевременная подготовка геологических материалов для составления планов горных работ, а при необходимости и проведение эксплуатационной разведки.

Известно то большое значение, которое придается сейчас

восстановлению земель, нарушенных в процессе эксплуатации месторождений. Это обязывает снимать отдельно и хранить плодородный слой почвы и наносить его на восстанавливаемые или малопродуктивные угодья. Проект рекультивации нарушенных земель составляется в увязке с проектом горных работ и согласуется с землепользованием и органами госконтроля.

Затраты на проведение рекультивации относятся к себестоимости продукции карьера. Отвалы горных пород размещаются на землях, не пригодных для сельскохозяйственного освоения и не занятых лесами первой категории.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Поэтапное ведение геологических исследований обеспечивает разведку оптимального количества лучших в качественном и горно-эксплуатационном отношении залежей.

Несоблюдение очередности в проведении работ может привести к детальной разведке первых обнаруженных и не всегда лучших месторождений. В этом случае при продолжении поисков выявление более качественных залежей заставляет браковать ранее разведанные и изучать новые, соответственно затягивать сроки и увеличивать объемы полевых и лабораторных работ.

2. Нормативные документы, определяющие требования к качеству песка и гравия (ГОСТы, ОСТы, СНиПы), могут претерпевать изменения, что заставляет исполнителя полевых работ следить за их переизданием.

3. Все выработки в контуре будущего подсчета запасов месторождения должны обязательно опробоваться на всю вскрытую мощность полезной толщи.

4. Следует учитывать возможность практического использования месторождений, в которых пески или гравий в естественном состоянии не соответствуют требованиям ГОСТа (СНиПа).

Нередко встречаются и почти повсеместно используются залежи с повышенным содержанием пылевато-глинистых примесей. При добыче сырья с применением гидромониторов, землечерпалок и землесосных установок частичное удаление этих примесей происходит уже в процессе эксплуатации. Весьма широко распространены также специальные моечные установки — винтовые и драговые пескомойки, гидроклассификаторы, цилиндрические грохоты и т. д. В зависимости от технологии могут быть получены различные его фракции, снижено содержание слюд.

Технико-экономическое обоснование целесообразности проведения глубокого обогащения гравия должно предшествовать предварительной и детальной разведке месторождения.

5. В связи со значительной выработанностью месторождений, залегающих вблизи дневной поверхности, намечается тенденция ввода в эксплуатацию глубоко залегающих залежей песка и гравия. Экономическая эффективность освоения подобных залежей возрастает при условии использования пород вскрыши, нацеливая полевого геолога на проведение комплексного изучения продуктивной толщи месторождения.

При освоении месторождений должно быть обеспечено:

- 1) применение наиболее рациональных и эффективных методов добычи основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых;
- 2) учет состояния запасов, потерь и разубоживания полезных ископаемых;
- 3) рациональное использование вскрышных пород и отходов производства;
- 4) охрана недр и окружающей среды.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апухтин Н. И., Краснов И. И. Геология четвертичных отложений Северо-Запада европейской части СССР. Л., «Недра», 1967, 344 с.
2. Борзунов В. М. Месторождения нерудных полезных ископаемых, их разведка и промышленная оценка. М., «Наука», 1969, 335 с.
3. Борзунов В. М. Геолого-промышленная оценка месторождений нерудного сырья. М., «Недра», 1971, 317 с.
4. Вигдорчик М. Е. Стратиграфия четвертичных отложений Восточного Приильменья.—В кн.: Вопросы стратиграфии четвертичных отложений Северо-Запада европейской части СССР. Л., Гостоптехиздат, 1962, с. 90—91.
5. Горшков Г. П., Якушова А. Ф. Общая геология. Изд-во МГУ, 1973, 592 с.
6. Жуков М. М., Славин В. Е., Дунаева Н. Н. Основы геологии. М., «Недра», 1970, 528 с.
7. Котляков В. М. Мы живем в ледниковый период? Л., Гидрометеоиздат, 1966, 235 с.
8. Линдберг Г. У. Крупные колебания уровня океана в четвертичный период. Л., «Наука», 1972, 548 с.
9. Ляхов Г. М. Разработка гравийных и песчаных месторождений. М., Изд-во АН СССР, 1954, 226 с.
10. Плейстоцен. М., «Высшая школа», 1968, 304 с. Авт.: К. К. Марков, А. А. Величко, Г. И. Лазуков, В. А. Николаев.
11. Поиски и разведка месторождений минерального сырья для промышленности строительных материалов. М., «Недра», 1968, 216 с. Авт.: В. М. Борзунов, М. Б. Григорович, Л. М. Гроховский, Г. А. Нечаев, В. А. Сыромятников.
12. Ревин В. В. К вопросу о методике составления карты прогноза на песчано-гравийный материал. Тр. ВЗПИ, вып. 85. М., 1973, с. 148—152.
13. Ревин В. В. Методика разведки притрассовых месторождений песка и гравия. «Автомобильные дороги», 1975, № 8, с. 23—24.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
<b>Предисловие . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>Часть первая. Геология и прогноз . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>Глава I. Основные промышленно-генетические типы месторождений песчано-гравийного материала, их размещение на территории СССР . . . . .</b>	<b>5</b>
Зона песчано-гравийных месторождений Восточно-Европейской равнины . . . . .	8
Зона Среднего и Южного Урала . . . . .	19
Зона Восточных Карпат . . . . .	23
Зона Горного Крыма . . . . .	25
Зона Кавказа . . . . .	26
Закаспийская зона . . . . .	30
Зона Памира и Тянь-Шаня . . . . .	31
Зона Казахского мелкосопочника . . . . .	35
Зона Алтая . . . . .	38
Зона Западно-Сибирской равнины . . . . .	40
Территория Восточной Сибири и Дальнего Востока . . . . .	42
<b>Глава II. Основные промышленно-генетические типы месторождений песка . . . . .</b>	<b>49</b>
Месторождения Восточно-Европейской равнины . . . . .	50
Внеделниковая территория юга и юго-запада европейской части СССР, Восточных Карпат и Крыма . . . . .	59
Внеделниковая территория юго-востока европейской части СССР, Среднего и Южного Урала, Кавказа . . . . .	64
Территория Средней Азии и Казахстана . . . . .	68
Территория Западной Сибири и Алтая . . . . .	73
Территория Восточной Сибири и Дальнего Востока . . . . .	75
<b>Глава III. Формирование месторождений песка и песчано-гравийного материала в плейстоцене . . . . .</b>	<b>79</b>
Цикличность оледенения . . . . .	80
Пути формирования месторождений песка и песчано-гравийного материала . . . . .	82
<b>Глава IV. Вопросы геологического прогнозирования . . . . .</b>	<b>101</b>
Развитие вопроса геологического прогнозирования и практика построения карт прогноза . . . . .	101
Методическая направленность работ по выявлению закономерностей локализации месторождений . . . . .	104
<b>Часть вторая. Поиски и разведка . . . . .</b>	<b>118</b>
<b>Глава V. Требования промышленности к месторождениям песка и песчано-гравийного материала . . . . .</b>	<b>118</b>
Требования к качеству песка, гравия и песчано-гравийного материала . . . . .	118
Требования к степени геологической изученности и масштабу залежи Санитарно-защитные и охранные зоны гражданских, промышленных и природных объектов и коммуникаций . . . . .	127
<b>Глава VI. Поисковые и геологоразведочные работы . . . . .</b>	<b>135</b>
	142

	Стр.
<i>Предполевая подготовка работ</i>	142
Поиски и разведка	146
Выбор сети поисковых и разведочных выработок применительно к особенностям изучаемых месторождений	153
Отбор исходных проб и полевая их обработка	158
Отбор лабораторных проб на разных стадиях работ	165
Гидрогеологические работы	169
Возможности использования геофизических методов при поисках и разведке песка и песчано-гравийного материала	172
Топографические работы	174
Камеральные работы и составление геологического отчета	175
Основные задачи геологической службы на горнодобывающем предприятии	180
<i>Заключение</i>	181
<i>Список литературы</i>	183

ИБ № 1900

*Виталий Васильевич Ревин*  
**Четвертичные пески и песчано-гравийные отложения**

Редактор *Л. Г. Китаенко*  
 Обложка художника *Г. А. Петрова*  
 Художественный редактор *В. В. Евдокимов*  
 Технические редакторы *О. А. Болтунова, Б. А. Илясова*  
 Корректор *И. Н. Таранева*

Сдано в набор 18/X 1976 г. Подписано в печать 13/V 1977 г. Т-09637 Формат 60×90<sup>1/16</sup>  
 Бумага № 2 Печ. л. 11,5 Уч.-изд. л. 41,92 Тираж 1900 экз. Заказ 2559/5425-2. Цена 60 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.

60 коп.

2088

НЕДРА