МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
ОРДЕНА ЛЕНИНА АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

ВРЕМЕННОЕ РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДА РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГНОЗА ВЫБРОСООПАСНОСТИ ПОРОД ДОНБАССА ПО ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫМ ДАННЫМ

Днепропетровск
1973 г.

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
ОРДЕНА ЛЕНИНА АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

«УТВЕРЖДАЮ»
зам. министра геологии СССР
В. ЯРМОЛЮК.
16 января 1973 г.

«Согласовано»
Научный руководитель
проблемы № 149 МГ СССР
А. КРАВЦОВ
8 января 1973 г.

Одобрено
Центральной комиссией по борьбе
с внезапными выбросами угля и газа
(Протокол № 173 от 17 мая 1972 г.)

ВРЕМЕННОЕ РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДА РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГНОЗА ВЫБРОСООПАСНОСТИ ПОРОД ДОНБАССА ПО ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫМ ДАННЫМ

Днепропетровск
1973 г.

Прогноз выбросоопасности пород, позволяющий при проектировании шахт предусмотреть организационно-технологические мероприятия по предупреждению выбросов и ликвидации их последствий, является важным звеном в общем комплексе работ по борьбе с ними.

В настоящем Временном руководстве изложены основы метода регионального прогноза выбросоопасности пород на глубоких горизонтах Донецкого бассейна по материалам геологической разведки и даны рекомендации по его применению.

Руководство составлено на основании результатов научно-исследовательских работ, проведенных в 1969—1971 гг. Институтом геотехнической механики Академии наук Украинской ССР в соответствии с Постановлением Государственного Комитета по науке и технике Совета Министров СССР № 61 от 31 марта 1969 г. и рекомендациями Министерства геологии СССР. Использованы опубликованные и фондовые материалы МакНИИ, треста «Артемгеология» МГ УССР, Управления геолого-тематических и проектно-экспертных работ МУП УССР, треста шахтной геологии и технического бурения МУП УССР, Московского геологоразведочного института имени С. Орджоникидзе.

Временное руководство предназначено для оценки выбросоопасности пород Донбасса в процессе проведения геологоразведочных работ.

Составлено кандидатами г.-м. н. **В. Е. Забигайло, Б. П. Рудометовым,** инженером **И. С. Белым,** м. н. с. **Е. А. Моссур** под редакцией чл.-корр. АН УССР, доктора г.-м. н., профессора **А. З. Широкова.**

I. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ПРОЯВЛЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПОРОД В ДОНБАССЕ

1. 1. При проведении полевых капитальных и подготовительных выработок взрывным способом в Донбассе происходят выбросы горных пород, представляющие собой динамические явления, которые возникают под воздействием статических и динамических полей напряжений в газонасыщенных породах.

I. 2. Выбросы пород приводят к значительному снижению производительности и безопасности труда, уменьшают темпы проведения выработок, увеличивают продолжительность строительства глубоких шахт, усложняют технологию проведения и поддержания горных выработок.

I. 3. Выбросы пород зарегистрированы в процессе строительства 12 глубоких шахт при проведении горных выработок по 16 пластам песчаников: в Красноармейском районе — на шахте «Красноармейская-Капитальная»(песчаник l_2Sl_3 свиты C_2^6); в Донецко-Макеевском районе — на шахтах «Петровская-Глубкая» (песчаники h_3Sh_4 $h_4^1Sh_7$ и h_7 SH_5^0 свиты C_3^2); № 4—21, 29, 17—17-бис, «Ново-Центральная» (песчаник $h_4^1Sh_7$ свиты C_2^3), «Октябрьский рудник» (песчаники L_6Sl_6, L_7Sl_7 и $l_8^1Sl_8^2$ свиты C_2^6, m_2SM_3 и $m_3Sm_4^0$ свиты C_2^7), им. Поченкова (песчаник $k_7^4Sk_7^5$ свиты C_2^5, l_1Sl_2 свиты C_2^6 и m_2SM_3 свиты C_2^7); «Пролетарская-Глубокая» (песчаник $k_7^4Sk_7^5$ свиты C_2^5); в Центральном районе — на шахтах им. Артема (песчаник $k_7^3Sk_7^4$ свиты C_2^5), № 1—5 «Кочегарка» (песчаники m_3Sm_4', $m_4^2Sm_4^3$ M_6Sm_5, $m_8Sm_8^1$ свиты C_2^7) и в Алмазно-Марьевском районе — на шахте им. Менжинского (песчаники l_2Sl_3 и $L_7Sl_8^{II}$ свиты C_2^6).

I. 4. По структурно-текстурным особенностям различают четыре генетических типа выбросоопасных песчаников: русловые, прибрежно-морские, песчаники подводных выносов рек и подводных выносов рек с признаками прибрежно-мор-

ских. Преимущественно выбросы отмечены в русловых песчаниках и песчаниках подводных выносов рек. Мощности пластов выбросоопасных песчаников изменяются от 2,6 м (песчаник $l_8^1Sl_8^2$, шахта «Октябрьский рудник») до 70,0 м (песчаник $h_4^1Sh_7$, шахта «Петровская-Глубокая»).

I. 5. Выбросы зафиксированы в песчаниках начального (зоны распространения углей марки Г-ГЖ) и глубинного (зоны распространения углей марки Ж, К и переходных от К к ОС) катагенеза.

I. 6. Выбросоопасные песчаники в гранулометрическом отношении разнозернистые. Преобладающий средневзвешенный размер зерен находится в пределах 0,19±0,04 мм. Коэффициент сортировки обломочного материала колеблется от 1,16 до 3,78 при среднем 2,28, а коэффициент асимметрии от 1,14 до 0,57 при среднем 0,89.

I. 7. По минералогическому составу выбросоопасные песчаники полевошпатово-кварцевые, реже существенно кварцевые. Они состоят из обломочного (53,8±7,8%) и регенерационного (8,7±2,3%) кварца, полевых шпатов (7,5±4,3%), обломков пород (6,7±4,1%), слюдисто-глинистых материалов (19,4±7,4), с включением акцессорных минералов (апатита, циркона, турмалина, граната, рудного минерала, рутила), редких обуглившихся растительных обрывков.

Зерна кварца имеют угловатую, реже угловато-окатанную форму, содержат включения пузырьков газа, под микроскопом в них наблюдаются микротрещины.

Полевые шпаты представлены кислыми плагиоклазами, калиевым полевым шпатом и решетчатым микроклином. Среди обломков пород присутствуют микрокварциты, кремнистые и глинисто-кремнистые сланцы, реже гранитоиды и эффузивы.

В состав слюд входят мусковит, в меньшем количестве гидратизированный биотит и хлорит. Пластинки биотита изогнуты и часто преобразованы в пакеты чередования хлорита, мусковита, лейкоксена, сидерита.

I. 8. Цемент выбросоопасных песчаников поровый, контактово-поровый, состоящий из гидрослюды, каолинита, карбонатов. Контакты породообразующих минералов прямолинейные, выпукло-вогнутые и сутурные. Протяженность контактов 0,45±0,15, отношение конечного диаметра зерен кварца к начальному 1,30±0,07.

I. 9. Выбросоопасные песчаники обладают повышенной открытой пористостью, равной 7,45±1,84%.

I. 10. Предел прочности на сжатие выбросоопасных песчаников колеблется от 759 до 1400 кг/см^2 при среднем 1054± 180 кг/см^2; предел прочности на разрыв изменяется от 40 до 99 кг/см^2 при среднем 63±15 кг/см^2.

I. 11 Выбросоопасные песчаники характеризуются следующими средними значениями упругих свойств, определенных динамическими методами: скорость распространения упругих волн параллельно напластованию равна 3307±280 м/сек, динамический модуль Юнга параллельно напластованию —3,17x10^5±0,4 кг/см^2 и перпендикулярно напластованию 2,57x10^5±0,4 кг/см^2; коэффициент затухания упругих колебаний —35±9 м$^{-1}$.

I. 12. Влажность выбросоопасных песчаников находится в пределах 0,62—1,13% по весу, степень заполнения пор газом составляет свыше 60%.

I. 13. Средняя сорбционная метаноемкость выбросоопасных песчаников при давлении 30 ат и температуре 30° С равна 0,223 мл/г породы, потенциальная метаноемкость при этих термодинамических условиях изменяется от 0,77 до 2,37 при средней 1,13 мл/г породы; метаноносность песчаников в их естественном залегании находится в пределах 1,02—5,25 м^3/т при средней 2,6 м^3/т.

I. 14. Все выбросы пород произошли глубже верхней границы зоны метановых газов в песчаниках, содержащих газ под высоким давлением (30—101 ат). Шахты, на которых они отмечены, относятся к сверхкатегорийным по метану. В большинстве случаев угольные пласты, ближайшие к выбросоопасным песчаникам, опасны по внезапным выбросам угля и газа, а также суфлярным выделениям метана.

I. 15. Выбросы пород отмечены на глубинах свыше 700 м, преимущественно в интервале 800—1200 м. На глубинах 500—700 м наблюдались только поднятия пород.

I. 16. В региональном плане поля шахт, на которых зафиксированы выбросы песчаников, расположены в тектонических блоках, ограниченных крупными, поперечными к основному простиранию пород, надвигами или флексурами.

I. 17. Выбросы песчаников в основном отмечены в крыльях и сводовых частях пологих антиклинальных складок, ориентированных вкрест основного простирания каменноугольных пород.

В Донецко-Макеевском районе это складки северо-западного простирания (аз 340—355°). Оси складок погружаются в

этом же направлении. Ширина складок изменяется от 1,2 (поля шахт № 17-17-бис и «Октябрьский рудник») до 11,5 км (Петровская антиклиналь на поле шахты «Петровская-Глубокая»). Высота складок изменяется от 10 (поле шахты № 17-17-бис) до 170 м (поле шахты «Петровская-Глубокая»). Углы падения крыльев составляют 0,5—3°.

В Центральном районе поперечные антиклинальные складки имеют северо-восточное (аз. 37—45°) простирание. Ширина складок 2—3,5 км, высота 70—230 м. Углы падения крыльев изменяются от 3 до 10°.

В Красноармейском районе на поле шахты «Красноармейская-Капитальная», в западном крыле которой произошли выбросы песчаников, антиклинальная складка имеет северо-восточное простирание оси (аз. 68°). Ширина ее составляет около 10 км, высота 70—75 м. Углы падения крыльев не превышают 2°.

В Алмазно-Марьевском районе на шахте им. Менжинского выбросы песчаников наблюдались в замковой части асимметричной Первомайской антиклинали, имеющей широтное простирание с западным погружением ее оси.

На поле шахты «Пролетарская-Глубокая» Донецко-Макеевского района выбросы пород произошли в донной части Макеевской мульды.

2. МЕТОД РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГНОЗА ВЫБРОСООПАСНОСТИ ПОРОД ПО ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫМ ДАННЫМ

2. 1. Региональный метод прогноза выбросоопасности пород по геологоразведочным данным решает задачу оценки выбросоопасности пород в пределах геолого-промышленного района, комплекса или отдельных шахтных полей с целью выбора при проектировании шахт наиболее устойчивых и наименее выбросоопасных пород для проходки полевых капитальных и подготовительных выработок, обоснования организационно-технологических мероприятий по предупреждению выбросов пород и ликвидации их последствий. Данные регионального метода в процессе строительства шахт или освоения более глубоких горизонтов должны дополняться и уточняться результатами локального способа прогноза выбросоопасности пород.

2. 2. В основу регионального метода положены показатели выбросоопасности пород; существенные различия в харак-

теристиках свойств и напряженного состояния пород, установленные при сравнительном изучении опасных и неопасных по выбросам геологических условий и надежно определяемые по геологоразведочным данным. При этом также учитывается образование дисков (кольцевых трещин) на керне геологоразведочных скважин, пробуренных с поверхности.

2. 3. По физическому содержанию показатели выбросоопасности подразделяются на группу показателей свойств и группу показателей напряженного состояния пород (табл. 1).

Таблица 1

Показатели выбросоопасности песчаников

Показатели	Значения показателя для песчаников	
	выбросонеопасных	выбросоопасных
	от — до среднее	
1	2	3
	I группа показателей	
	1 подгруппа	
Марка угля	Д, Г, Ж, К, ОС, Т, ПА, А	Г, Ж, К, ОС, Т
Генетический тип песчаника	Б, Оз, Л, Р, ПВР ПВР-ПМ, ПМ	Р, ПВР, ПВР-ПМ, ПМ
Кварц обломочный, %	23,2—68,3 45,1	31,4 —72,7 53,8
Кварц регенерационный, %	0 —12,1 6,2	2,70—15,0 8,7
Слюдисто-глинистые минералы, %	6,7—54,7 25,7	3,7 —43,3 19,6
Средневзвешенный размер зерен, мм	0,07—0,26 0,14	0,12—0,40 0,19
Протяженность контактов	0,06—0,49 0,22	0,11—0,68 0,45
	2 подгруппа	
Пористость открытая, %	0,3 —9,9 5,1	2,7 —13,0 7,4

1	2	3
Предел прочности на разрыв, кг/см²	60—120 / 74	40—99 / 63
Модуль Юнга (динамический), $Ел10^5$, кг/см²	3,26—4,17 / 3,63	2,87—3.74 / 3,17
Коэффициент затухания упругих колебаний, $м^{-1}$	10—36 / 22	21—48 / 35
	3 подгруппа	
Сорбционная метаноемкость песчаника Р=30 ат, t=30°, мл/г	0,05—0,51 / 0,153	0,05—0,85 / 0,223
Степень заполнения пор газом, весовых %	<40	>40
	II группа показателей	
Глубина, м	<700	>700
Давление газа, ат	<30	30—101 / 45

Примечание. Генетические типы песчаников: Б — заболачивающихся водоемов; Оз — озерные; Л — лагунные; Р — русловые; ПВР — подводных выносов рек; ПВР-ПМ — подводных выносов рек с признаками прибрежно-морских; ПМ — прибрежно-морские.

Группа показателей свойств состоит из трех подгрупп: первая включает степень катагенетического преобразования пород (марка угля), их генетический тип, содержание обломочного и регенерационного кварца, слюдисто-глинистых минералов, средневзвешенный размер зерен, протяженность контактов между обломочными зернами; вторая подгруппа характеризует физико-механические параметры — открытую пористость, предел прочности на разрыв, динамический модуль Юнга, коэффициент затухания упругих колебаний; третья — сорбционную метаноемкость песчаника и степень заполнения пор газом. К группе показателей напряженного состояния относятся глубина залегания песчаника и давление газа в нем.

2. 4. Для одних и тех же генетических типов пород и их степени катагенеза, соответствующей маркам углей Г, Ж, К, выбросоопасность возрастает с увеличением содержания обломочного и регенерационного кварца, с ростом размера кварцевых зерен, протяженности контактов между породооб-

разующими минералами, с увеличением пористости и уменьшением предела прочности на разрыв и упругих параметров (модуля Юнга и коэффициента затухания упругих колебаний), определяемых на образцах разгруженных от горного давления, с увеличением сорбционной метаноемкости и степени заполнения пор газом, глубины и давления насыщающих газов.

2. 5. Показатели выбросоопасности песчаников характеризуются следующими особенностями: являются случайными величинами и подчиняются нормальному закону распределения, за исключением размера зерен породообразующих минералов, закон распределения которых соответствует логнормальному закону; при статистическом сравнении с помощью критерия Стьюдента средние значения существенно отличаются от аналогичных средних величин для выбросонеопасных пород; рядовые значения изменяются в широких пределах и диапазоны их колебаний для опасных и неопасных по выбросам условий пересекаются.

2. 6. В силу случайного характера показателей выбросоопасности и пересечения диапазонов изменения рядовых значений, для опасных и неопасных по выбросам условий может случиться, что одни из них будут указывать на принадлежность изучаемого объекта к выбросоопасным условиям, другие к выбросонеопасным. Поэтому объективное решение о выбросоопасности пород, ввиду относительно большого количества показателей, принимается с помощью решающего правила.

2. 7. Решающее правило составлено таким образом: диапазоны колебаний значений каждого показателя выбросоопасности разбиты на ранги выбросоопасности — выбросонеопасные, очень низкой степени выбросоопасности, низкой степени, средней степени и высокой степени выбросоопасности, которым присвоены числовые значения 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 (табл. 2). По числам рангов определяется комплексный критерий выбросоопасности «В».

2. 8. Комплексный критерий выбросоопасности «В» — это среднее арифметическое критериев выбросоопасности «В» для первой ($B_{1г}$) и второй ($B_{2г}$) групп показателей.

Для первой группы показателей критерий выбросоопасности $B_{1г}$ вычисляется как среднее арифметическое критериев выбросоопасности для каждой подгруппы, которые в свою очередь являются средним арифметическим чисел рангов показателей в каждой подгруппе.

Для второй группы критерий выбросоопасности $B_{2г}$ находится как среднее арифметическое чисел рангов.

Таблица 2

Оценка показателей выбросоопасности пород

Показатели	Ранги выбросоопасности песчаников					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
1	2	3	4	5	6	7
	I группа показателей					
	1 подгруппа					
Марка угля	Д-Г	Г	ГЖ,Т	Ж,ОС	ЖК	К
Генетический тип песчаника	Б, Оз, Л	ПМ	ПМ-ПВР	ПВР	ПВР-Р	Р
Кварц обломочный, %	<30,0	30,0—40,0 / 35,0	40,0—50,0 / 45,0	50,0—60,0 / 55,0	60,0—70,0 / 65,0	>70,0
Кварц регенерационный, %	< 2,5	2,5— 5,0 / 3,7	5,0— 7,5 / 6,2	7,5—10,0 / 8,8	10,0—12,5 / 11,3	>12,5
Слюдисто-глинистые минералы, %	>45,0	45,0—35,0 / 40,0	35,0—25,0 / 30,0	25,0—15,0 / 20,0	15,0— 5,0 / 10,0	< 5,0
Средневзвешенный размер зерен, мм	<0,12	0,12—0,13 / 0,12	0,13—0,16 / 0,15	0,16—0,20 / 0,18	0,20—0,28 / 0,24	> 0,28
Протяженность контактов	<0,10	0,1 —0,2 / 0,15	0,2 —0,3 / 0,25	0,3 —0,4 / 0,35	0,4 — 0,5 / 0,45	>0,5

1	2	3	4	5	6	7
			2 подгруппа			
Пористость открытая, %	< 2,5	2,5—4,5 / 3,5	4,5—6,5 / 5,5	6,5—8,5 / 7,5	8,5—10,5 / 9,5	>10,5
Предел прочности на разрыв, кг/см²	>100	100—86 / 93	86—72 / 79	72—58 / 65	58—44 / 51	<44
Модуль Юнга (динамический) Ед10^5, кг/см²	>3,7	3,7—3,5 / 3,6	3,5—3,3 / 3,4	3,3—3,1 / 3,2	3,1—2,9 / 3,0	<2,9
Коэффициент затухания упругих колебаний, м$^{-1}$	<20	20—24 / 22	24—28 / 26	28—32 / 30	32—36 / 34	>36
			3 подгруппа			
Сорбционная метаноемкость песчаника при P=30 ат, t=30°, мл/г	<0,05	0,05—0,11 / 0,08	0,11—0,17 / 0,14	0,17—0,23 / 0,20	0,23—0,29 / 0,26	>0,29
Степень заполнения пор газом, весовых %	<40	40—50 / 45	50—60 / 55	60—70 / 65	70—80 / 75	>80
			II группа показателей			
Глубина, м	<500	500—700 / 600	700—900 / 800	900—1100 / 1000	1100—1300 / 1200	>1200
Давление газа, ат	<30	30—40 / 35	40—50 / 45	50—60 / 55	60—70 / 65	>70

2. 9. В связи с тем, что не всегда представляется возможным определить все показатели выбросоопасности пород, допускается сокращенная схема оценки комплексного критерия выбросоопасности «В» по показателям первой подгруппы, пористости, степени заполнения пор газом и показателям второй группы. В этом случае комплексный критерий выбросоопасности пород «В» вычисляется как среднее арифметическое показателей выбросоопасности первой и второй групп.

2. 10. На полях шахт, в горных выработках которых происходили выбросы пород, прогноз выбросоопасности возможен по показателям первой подгруппы, пористости, степени заполнения пор газом и глубине.

2. 11. Образование дисков (кольцевых трещин) на керне геологоразведочных скважин, пробуренных с поверхности, свидетельствует о сложном напряженно-деформированном состоянии породного массива, в котором при проходке горных выработок взрывным способом могут происходить выбросы пород.

2. 12. Признаки дисков: 1) выпукло-вогнутая форма, при этом выпуклость дисков направлена в сторону забоя скважины; 2) плоскость, совпадающая с окружностью периметра дисков, перпендикулярна оси скважины; 3) толщина дисков меньше диаметра керна; 4) в непосредственной близости от участков дискования на керне имеются кольцевые трещины, которые опоясывают керн по всему периметру либо по его части, при этом плоскость, совпадающая с периметром трещины, перпендикулярна оси скважины.

2. 13. Выбросоопасность пород в интервалах, где керн разделился на диски или на нем отмечены кольцевые трещины, соответствует комплексному критерию выбросоопасности «В», равному 0,6—1.

2. 14. В связи с тем, что в большинстве случаев при бурении заведомо выбросоопасных пород образование дисков (кольцевых трещин) на керне геологоразведочных скважин, пробуренных с поверхности, не наблюдалось, их отсутствие не является достаточным признаком условий, не опасных по выбросам пород.

2. 15. При величине комплексного критерия выбросоопасности «В», равном или большем 0,6, породы являются выбросоопасными. В процессе проведения по ним горных выработок взрывным способом следует ожидать выбросы малой, средней и большой силы. При величине критерия выбросоопасности «В» равном 0,4—0,6, породы относятся к низкой

степени выбросоопасности. В них могут происходить микровыбросы малой силы. Комплексный критерий выбросоопасности «В», меньший 0,4, указывает, что породы являются выбросонеопасными, лишь в редких случаях в них могут наблюдаться микровыбросы.

2. 16. Классификация песчаников на выбросоопасные и выбросонеопасные по сокращенной схеме показателей может быть осуществлена с помощью программы ЭВМ типа «Распознавания образов», в частности по программе В. В. Ломтадзе, А. И. Степанова «Программа комплексной интерпретации геолого-геофизических данных» (приложение 1).

3. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЫБРОСООПАСНОСТИ ПОРОД

3. 1. Региональный метод применяется на стадиях детальной разведки и доразведки шахтных полей. В отдельных случаях по требованию проектных организаций определение выбросоопасности пород осуществляется на стадии предварительной разведки.

3. 2. Определение показателей выбросоопасности пород производится по скважинам, вскрывающим породы, в которых по предварительным проектам шахтного строительства предполагается проведение горных выработок. Также исследуются песчаники, в которых к настоящему времени наблюдались выбросы. В контрольно-стволовых скважинах выбросоопасность должна быть определена для всех песчаников, залегающих глубже 700 м.

3. 3. В проектах детальной разведки и доразведки шахтных полей для определения выбросоопасности необходимо предусматривать такое количество скважин, чтобы в зависимости от конкретных геологических условий она была оценена наиболее полно, но не реже чем по одной скважине на 1,5—2,0 км². Скважины выбираются по профилям, располагающимся вкрест простирания и по простиранию пород с учетом направления основных капитальных и подготовительных выработок.

3. 4. Для определения показателей выбросоопасности пород необходимо выполнить ряд исследований, которые проводятся в три этапа: полевые, лабораторные и камеральные работы.

4. ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ

4. 1. В полевых условиях по керну скважин производится описание пород и отбор проб, необходимых для лабораторных исследований, определяется давление газа и отбор его проб.

4. 2. Описание структурно-текстурных особенностей песчаников, на основании которого они визуально расчленяются по зернистости и слоистости на слои и генетические типы, осуществляется в обязательном порядке по всем скважинам, пробуренным на шахтном поле с глубин свыше 700 м в соответствии с методикой, приведенной в приложении 2. Описание выполняет техник-геолог под контролем участкового инженера-геолога.

4. 3. При описании особое внимание обращается на наличие и регистрацию выпукло-вогнутых дисков или характерных кольцевых трещин на керне геологоразведочных скважин.

4. 4. На основе детального послойного описания песчаника по его мощности выделяются основные генетические типы и отбираются пробы для определения показателей выбросоопасности в лабораторных условиях.

4. 5. Количество проб зависит от мощности, генетического типа и числа прослоев. В песчаниках, состоящих из различных прослоев, отличающихся по генетическому типу, отбирается одна проба из прослоя, если его мощность более 2,5 м.

В мощных песчаниках одного генетического типа и однородных по структурно-текстурным признакам следует отбирать одну пробу на 5-10 м мощности в зависимости от генетического типа песчаника. Отбирать пробы необходимо с типичных участков слоев.

4. 6. Пробы отбираются в виде кусков керна: для изучения физико-механических свойств длиной 30—40 см (или 3 образца длиной по 15 см); для изготовления шлифов —5 см; для определения абсолютной и открытой пористости — до 10 см.

4. 7. Образцы для определения естественной влажности песчаников необходимо выбивать молотком из средней части керна в виде кусочков весом 50—80 г, немедленно обвертывать марлей и парафинировать. Для каждого определения влажности отбирать 4—5 образцов из одного куска керна.

4. 8. В случае, если керн делится на выпукло-вогнутые диски или имеет характерные кольцевые трещины, из каждой

разновидности по толщине дисков отбираются образцы на шлифы, определение метаноемкости, абсолютной и открытой пористости.

4. 9. Для определения сорбционной метаноемкости можно использовать остатки образцов песчаников после установления их физико-механических свойств.

4. 10. Давление газа, отбор его проб и метаноносность песчаников определяются специализированными отрядами с помощью пластоиспытателя КИИ-65—ГрозУфНИИ по методике УкрНИИГаз в 3—4 скважинах, располагающихся в различных структурно-тектонических условиях.

5. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

5. 1. В лабораторных условиях по пробам, отобранным из скважин, изготовляются шлифы, производится подготовка образцов к определению основных показателей выбросоопасности. Шлифы изготовляются по каждой пробе в двух плоскостях, взаимно перпендикулярных наслоению.

5. 2. Петрографические показатели — содержание обломочного и регенерационного кварца, слюдисто-глинистых минералов, средневзвешенный размер зерен, протяженность их контактов определяются в соответствии с приложением 3

5. 3. Открытая пористость и удельный вес определяются по методике, приведенной в приложении 4

5. 4. Определение предела прочности на разрыв производится согласно приложению 5.

5. 5. Измерение упругих свойств (модуля Юнга, коэффициента затухания упругих колебаний) динамическими методами осуществляется на установке ЕЖД-3 по методике, изложенной в приложении 6.

5. 6. Сорбционную метаноемкость песчаников следует определять объемным методом. (Приложение 7).

5. 7. Степень заполнения пор газом при нормальных условиях определяется по влажности и открытой пористости согласно приложению 8.

6. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

6. 1. Камеральные работы заключаются в обработке результатов определения показателей выбросоопасности пород и составлении геологического заключения.

6. 2. По каждой пробе, отобранной из разных слоев песчаника, составляется таблица результатов определения показателей выбросоопасности (приложение 9), устанавливаются соответствующие им числа рангов (табл. 2) и вычисляются критерии выбросоопасности «В» отдельных слоев.

6. 3. По каждой скважине, где изучены структурно-текстурные особенности песчаников, строятся колонки с выделением генетических типов, на которые наносятся в местах отбора проб значения критериев выбросоопасности «В» и данные о делении кернов на диски (образовании кольцевых трещин).

6. 4. В каждой колонке выделяются по мощности песчаника слои разной степени выбросоопасности: выбросоопасные, низкой степени выбросоопасности и выбросонеопасные.

6. 5. По падению и простиранию пород, в том числе по направлениям основных капитальных и подготовительных выработок, предусмотренных проектом строительства шахты, строятся серии прогнозных разрезов выбросоопасности слоев исследуемых пород. На этих разрезах производится увязка слоев по генетическим типам и одинаковым пределам величин критериев выбросоопасности. Масштабы разрезов: горизонтальный — 1:10000 или 1:25000, вертикальный — 1:200 или 1:500. По этим данным на них выделяются слои равной степени выбросоопасности — выбросоопасные (В=0,6—1,0), низкой степени выбросоопасности (В=0,4—0,6) и выбросонеопасные (В=0—0,4).

6. 6. По прогнозным разрезам строятся карты гипсометрии и мощности слоев песчаников равной степени выбросоопасности.

6. 7. Геологическое заключение о выбросоопасности песчаников должно содержать:

1) краткое описание геологического строения шахтного поля;

2) сведения об изученных породах с описанием распространения и характера изменения их мощности;

3) таблицы критериев выбросоопасности слоев песчаников по мощности в каждой изученной скважине;

4) колонки исследованных пород, на которых выделены генетические типы с нанесенными значениями выбросоопасности «В» и данными о делении керна на диски (образовании кольцевых трещин).

5) прогнозные разрезы выбросоопасности слоев исследованных пород;

6) карты гипсометрии и мощности слоев разной степени выбросоопасности;

7) выводы и рекомендации проектным организациям о наиболее целесообразных местах заложения горных выработок.

Примерное геологическое заключение приведено в приложении 10.

Классификация песчаников на выбросоопасные и выбросонеопасные по программе типа «Распознавание образов» на ЭВМ

1. Для классификации песчаников на выбросоопасные и выбросонеопасные обоснована возможность использования программ ЭВМ типа «Распознавание образов», позволяющих более эффективно использовать информацию, содержащуюся в показателях принадлежности объектов к определенному классу, и повысить объективность «решающего правила».

2. Использована «Программа комплексной интерпретации геолого-геофизических данных» (авторы В. В. Ломтадзе и А. И. Степанов, лаборатория теоретических исследований ВИРГ).

3. Программа позволяет решать задачи классификации геолого-геофизических объектов при следующей их постановке: если «m» объектов типа «M» из общего числа «m+q» объектов обладают некоторым свойством «H», а «q» объектов типа «Q» им не обладают, то после анализа комплекса имеющихся сведений можно оценить каждый из остальных «n» объектов с точки зрения возможности наличия в них свойств «H».

4. Программа решает эту задачу в два этапа. Первый этап — выявление наиболее информативных сочетаний конкретных значений заданных признаков — «обучение» программы. На этом этапе рассматриваются все сочетания заданных признаков по три, а для каждых трех признаков изучаются все возможные сочетания их конкретных значений (A_l). При этом для каждого сочетания конкретных значений трех признаков оцениваются вероятности встречи этого сочетания в объектах типа «M» и «Q». В качестве информативности произвольного сочетания «A^l» используется величина $\log_2 \frac{P(A_l/H)}{P(A_l/\bar{H})}$,

где $P(A_l/H)$ — вероятность встречи сочетания «A_l» в объектах, обладающих свойством «H»;

$P(A_l/\bar{H})$ — то же для объектов, не обладающих этим свойством.

На втором этапе — «интерпретация» — для каждого из «n» исследуемых объектов вычисляется параметр «Θ», оценивающий воможность того, что рассматриваемый объект обладает свойством «H».

5. Параметр «Θ_i» может быть положительным и отрицательным. Наибольшие положительные значения «Θ_i» соответствуют объектам, которые с наибольшей вероятностью обладают свойством «Н».

6. Исходная информация представляется в кодированном виде. Может быть использовано от 3 до 12 признаков объекта, диапазон каждого из них должен быть разбит на произвольные градации (от 2 до 7), равные или неравные.

7. Вышеупомянутая программа опробована с целью разделения песчаников на выбросоопасные (обладающие свойством «Н») и выбросонеопасные (не обладающие этим свойством) по шести показателям: содержанию обломочного и регенерационного кварца, содержанию слюдисто-глинистых минералов, средневзвешенному размеру зерен, протяженности их контактов и открытой пористости.

8. На первом этапе на «обучение» из имевшейся совокупности исследованных песчаников случайным образом отобраны 20 проб выбросоопасных и 20 проб выбросонеопасных песчаников.

9. На втором этапе из исходных данных (без выборок «обучения») случайным образом отобраны 20 выбросоопасных и 20 выбросонеопасных песчаников. Полученные по ним значения позволили установить границы для выбросоопасных и выбросонеопасных песчаников.

10. Границы «Θ_i» для выбросоопасных песчаников при доверительных вероятностях 0,68 и 0,90 соответственно равны:

$$2{,}15 \leqslant \Theta_i \leqslant 19{,}75$$
$$-4{,}27 \leqslant \Theta_i \leqslant 26{,}17$$

Для выбросонеопасных песчаников:

$$-13{,}40 \leqslant \Theta_i \leqslant 3{,}00$$
$$-15{,}89 \leqslant \Theta_i \leqslant 5{,}49$$

11. Установлено, что: 1) при уровне значимости 0,32 пробы песчаников, для которых $\Theta_i > 3{,}00$, относятся к выбросоопасным, а при $\Theta_i < 3{,}00$ — к выбросонеопасным. Для интервала $3{,}00 > \Theta^i > 2{,}00$ при этом уровне значимости ответ неопределенный; 2) при уровне значимости 0,10 пробы песчаников с $\Theta_i > 5{,}49$ относятся к выбросоопасным, с $\Theta_i < -4{,}27$ — к выбросонеопасным. Для интервала $5{,}49 > \Theta^i > -4{,}27$ ответ неопределенный.

12. «Экзамен», осуществленный на 16 пробах выбросоопасных и выбросонеопасных песчаников, дал положительные результаты. Пробы, по которым получены неопределенные ответы, следует рассматривать как принадлежащие к выборке из песчаников низкой степени выбросоопасности.

13. Описанная выше программа и установленные доверительные границы Θ^i могут быть использованы для разделения песчаников на выбросоопасные и выбросонеопасные слои для глубин заложения горных выработок свыше 700 м в пределах шахтных полей, где уже были отмечены выбросы.

Методика описания песчаников в полевых условиях

Методика полевого описания пород составлена на основании рекомендаций, приводимых в работах сотрудников ИГН АН СССР, с учетом нашего опыта по изучению литолого-фациальных особенностей каменноугольных отложений Донбасса.

Описание песчаников в полевых условиях осуществляется в процессе документации керна скважин в следующем порядке.

1. Производится первоначальный осмотр керна, отмечается характер контакта песчаника с ниже- и вышележащими породами и наличие или отсутствие выпукло-вогнутых дисков или кольцевых трещин на керне песчаника.

При наличии дисков обязательно фиксируется количество их на 1 м керна песчаника, их толщина и порядок чередования участков, где песчаник разделился на диски с участками неразделенного песчаника.

2. Производится описание керна: а) наименование породы; б) структура; в) цвет; г) текстура; д) характер излома; е) органические остатки (флора и фауна), их состав и степень сохранности; ж) характер трещиноватости.

Наименование породы и ее структура определяются размером слагающих ее обломочных зерен в соответствии с таблицей:

Гранулометрические типы пород
(Л. Н. Ботвинкина, Ю. А. Жемчужников и др., 1956 г.)

Наименование пород	Размер слагающих породу обломочных зерен (мм)
Конгломерат	100—10
Гравелит	10—1
Песчаник крупнозернистый	1—0,5
Песчаник среднезернистый	0,5—0,25
Песчаник мелкозернистый	0,25—0,10
Алевролит крупнозернистый (песчаный сланец)	0,10—0,05
Алевролит мелкозернистый (песчано-глинистый сланец)	0,05—0,01
Аргиллит (глинистый сланец)	менее 0,01

При характеристике песчаников необходимо обращать внимание на размер обломочных зерен, их форму, степень отсортированности, состав цемента, отмечать изменения величины зерен, направление этих изменений, состав, форму и величину крупных включений, а также их положение относительно слоистости. Определение карбонатности цемента производится воздействием соляной кислоты на свежую поверхность излома породы — в случае карбонатного цемента наблюдается характерное «вскипание» кислоты.

Цвет песчаников обычно серый различных оттенков — светло-серый, серый и темно-серый, реже встречаются песчаники с буроватым оттенком или с включениями скоплений мелких буроватых зернышек. Бурый оттенок песчанику придают железистые карбонаты, входящие в состав цемента. Интенсивность серой окраски зависит от количества органического вещества.

В песчаниках выделяются слоистые, неслоистые и с нарушенной текстурой разновидности.

Под слоистостью понимается внутренняя текстура породы, образуемая повторяемостью одинаковых слойков, или одинаковых пар слойков.

В слоистых песчаниках выделяются горизонтальная, волнистая, косая и смешанные типы слоистости.

Горизонтальная слоистость, образующаяся путем выпадения осадка из взвеси при отсутствии придонных течений, представляет собой чередование слойков, параллельных между собой и общей плоскости напластования. На характер слоистости большое влияние оказывает периодический принос обломочного материала в область седиментации. Этот тип слоистости встречается в мелкозернистых песчаниках и замечается по темным, часто прерывистым прослойкам, образованным скоплениями растительного детрита, глинистых частиц и чешуек слюды. На поверхностях наслоения иногда встречаются листочки хвощей и папоротников хорошей сохранности. Горизонтальная слоистость характерна для озерных песчаников.

Волнистая слоистость образуется в результате воздействия на осадок волновых движений водной среды. Отличается она от горизонтальной слоистости изогнутой формой слойков, ориентированных параллельно общему наслоению. Подразделяется на пологоволнистую, перекрестноволнистую, косоволнистую и мульдообразную слоистости.

Пологоволнистая слоистость обусловлена изогнутыми слойками и линзочками, образованными глинистым материалом и растительным детритом.

Перекрестноволнистая слоистость отличается от пологоволнистой тем, что волнистые серии слойков мощностью 1—3 см срезают друг друга.

Косоволнистая слоистость характеризуется волнистыми границами серий с мелкой косой слоистостью.

Мульдообразная слоистость представляет собой сильно срезанную перекрестную вогнутую волнистую слоистость.

Наиболее распространенным типом слоистости в песчаниках является косая, среди которой выделяются разновидности однонаправленная, разнонаправленная прямолинейная и вогнутая, вогнуто-выпуклая слоистости.

При косой однонаправленной слоистости толща песчаников разделена на серии мощностью 0,1—2,0 м. Каждая серия сложена параллельными между собой прямолинейными или изогнутыми слойками, наклоненными во всех сериях в одну и ту же сторону под углом 5—35°. Серии отличаются друг от друга либо по смене угла наклона слойков, либо по изменению типа слоистости на границе серий. Серийные швы могут быть как параллельные друг другу, так и непараллельные. Косая однонаправленная слоистость свидетельствует об однонаправленном движении водной среды с периодически меняющейся скоростью течения.

При косой разнонаправленной слоистости направление косых слойков в смежных сериях различно. Мощность серий 0,05—0,8 м, угол наклона слойков составляет 5—30°. Изменение направления падения слойков в пределах до 180° свидетельствует о том, что направление течения хотя и изменилось, но не на противоположное. Это характерно для русловых отложений и отложений подводных выносов рек. Изменение направления падения слойков на угол 180°, свидетельствующее об изменении направления течения на противоположное, свойственно прибрежно-морским отложениям. Косая перекрестная слоистость образовалась в прибрежных частях водоемов под действием интенсивных волнений.

Косая слоистость обусловлена либо скоплениями глинистого и слюдистого материала и растительного детрита в тонких слойках, либо ритмической сортировкой обломочного материала. Последняя представляет собой чередование ритмов — сложных слойков, которые состоят из песчаного материала различного гранулометрического состава. В одних случаях

нижняя часть ритма состоит из более крупнозернистого материала, чем верхняя его часть, в других — более крупнозернистый материал приурочен к средним частям ритмов. При этом часто менее крупнозернистые части ритмов обогащены глинистым материалом. Мощность ритмов изменяется от 2—5 мм до 2—5 см. Ритмическая сортировка обломочного материала, приведенная в первом случае, характерна для русловых отложений, а во втором — для отложений подводных выносов рек.

Иногда в песчаниках встречаются неслоистые, массивные разновидности или слоеватые, т. е. с невыраженной слоистостью. Слоеватость иногда замечается по послойно ориентированным включениям, например, тонких линзочек глинистого материала.

Слоистые текстуры часто бывают нарушены илоядными животными или корнями растений.

При описании слоистости необходимо отмечать ее тип и разновидность, мощность серий, размеры слойков, указывать, чем обусловлена слоистость, форму слойков, их угол наклона, характер границ слойков (непрерывные, прерывистые) и сортировку зерен в них, наличие включений (галька, гравий, обломки алевролита или аргиллита, конкреций), их состав, форму и приуроченность к определенной части серии, наличие растительных остатков и остатков фауны, направленность слойков в смежных сериях, изменение размера зерен в пределах серий и по всей толще песчаника.

Ввиду того, что керн часто бывает сильно загрязнен буровым раствором, необходимо раскалывать его вдоль оси и изучать слоистость на свежем изломе. При описании следует зарисовывать типы слоистости.

Характер излома и поверхностей наслоения помогает определить текстуру породы.

Органические остатки дают возможность более правильно определять генезис пород. Так, присутствие растительных остатков указывает на континентальное происхождение или близость суши, а размер и сохранность их — на степень подвижности среды и длительность переноса. Фауна, в виде обломков или отпечатков пелеципод или брахиопод, встречается только в прибрежно-морских песчаниках.

Необходимо также отметить характер трещиноватости песчаников, при этом указывать угол наклона трещин, чем выполнены они (или зияющие), какая поверхность стенок трещин, количество трещин и т. д.

3. На основании изучения структурно-текстурных особенностей песчаников устанавливаются их генетические типы. Основные генетические типы песчаников:

1) *Русловые песчаники.* Песчаники светло-серого цвета разнозернистые — от крупно- до мелкозернистых, с прослоями и линзами конгломератов и гравелитов в нижних частях толщ. Конгломераты и гравелиты обычно неслоистые, неотсортированные или с крупной косой слоистостью, часто содержат крупные обломки обугленной древесины и коры. Галька и гравий представлены кварцем, кремнем, обломками карбонатных конкреций, аргиллита и алевролита. В песчаниках выделяются серии мощностью 0,5—2 м с четкой косой однонаправленной слоистостью, обусловленной хорошо выраженной ритмической сортировкой обломочного материала. В ритмах мощностью 0,5—2 см более крупнозернистый материал приурочен к нижним частям. Угол наклона слойков составляет 10—35°. Мощность серий и ритмов уменьшается снизу вверх по разрезу параллельно с уменьшением крупности зерен. Залегают на нижележащих породах по резкому контакту с размывом.

2) *Пойменные песчаники.* Песчаники серого цвета средне- и мелкозернистые с косой сходящейся слоистостью, часто сменяющейся на пологоволнистую, мульдообразную и горизонтальную. Косая слоистость обусловлена обычно неотчетливой ритмической сортировкой обломочного материала, а другие типы слоистости — глинистыми прослойками. На поверхностях наслоения большое количество растительного детрита. Залегают эти песчаники на песчаниках предыдущего типа. И те и другие песчаники, в целом, относятся к аллювиальным.

3) *Песчаники озер.* Песчаники серого цвета, мелкозернистые с четкой горизонтальной слоистостью, обусловленной чередованием слойков различного гранулометрического состава и подчеркиваемой растительным детритом и обильными чешуйками слюды на поверхностях наслоения. Часто встречаются листики и вайи хорошей сохранности.

4) *Песчаники заболачивающихся водоемов.* Песчаники мелкозернистые, глинистые серого или темно-серого цвета с неотчетливой горизонтальной или пологоволнистой, реже перекрестноволнистой слоистостью, часто нарушенной, с корневыми остатками растений.

5) *Песчаники мелководья лагун и заливов.* Песчаники мелкозернистые, реже средчезернистые, с пологоволнистой и мел-

кой перекрестноволнистой, иногда горизонтальной, слоистостью, обусловленной тонкими прослойками более мелкозернистого материала. На поверхностях наслоения растительный детрит и более крупные растительные остатки плохой сохранности.

6) *Песчаники подводных выносов рек.* Песчаники светло-серого цвета разнозернистые — от крупно- до мелкозернистых. Более крупнозернистый материал часто приурочен не к нижним, а к средним частям толщ. Строение толщ песчаников серийное. В сериях мощностью 0,05—0,4 м (реже до 0,8 м) слоистость косая прямолинейная с углом наклона слойков, изменяющимся от 5 до 25°. Серии различаются по изменению угла наклона и направления падения слойков в смежных сериях, а местами по смене типа слоистости на границах серий. Слоистость обусловлена темно-серыми глинистыми прослойками мощностью от долей до 1—2 мм или неотчетливой ритмической сортировкой обломочного материала. В ритмах мощностью 0,2—2 см более крупнозернистый материал приурочен к их средним частям. Часто встречаются включения растительных остатков.

От русловых песчаников песчаники подводных выносов рек отличаются незакономерным чередованием ритмов и серий различной мощности. Наиболее мощные серии часто приурочены к мелкозернистым разностям. В мелкозернистых песчаниках нередко наблюдается перекрестноволнистая, пологоволнистая и горизонтальная слоистость. Для песчаников подводных выносов наряду с окатанными и полуокатанными обломками карбонатных конкреций характерны включения в нижних, средних или верхних их частях остроугольных удлиненных, часто изогнутых обломков темно-серого мелкозернистого алевролита с тонкой горизонтальной слоистостью. Размер таких обломков весьма разнообразен — от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров и даже метров.

Песчаники подводных выносов рек также залегают на нижележащих породах по резкому контакту с размывом.

7) *Песчаники прибрежной части морского водоема.* Песчаники светло-серые мелкозернистые, реже среднезернистые, иногда с прослоями и линзами крупно- и мелкозернистого алевролита. Более крупнозернистый материал обычно приурочен к средним частям слоев песчаников. Характерно переслаивание прослоев с косой перекрестной, косоволнистой, перекрестноволнистой, пологоволнистой и горизонтальной слоистостью. Мощность серий от 0,05 до 0,2 м. Угол наклона ко-

сых слойков составляет 5—15°. Слоистость обусловлена чередованием слойков разного гранулометрического состава и подчеркивается глинистыми присыпками и иногда редким растительным детритом на поверхностях наслоения. Часто слоистость нарушена ходами илоядов. Изредка встречаются обломки или отпечатки фауны (пелеципод, брахиопод).

При выделении генетических типов песчаников необходимо иметь в виду то обстоятельство, что не всегда возможно однозначное их определение. В таких случаях песчаники надо относить к переходным типам, к которым относятся песчаники аллювиально-дельтовые, песчаники подводных выносов рек с признаками прибрежно-морских.

Методика петрографических исследований

Содержание минеральных компонентов в породе определяется в прозрачных шлифах при помощи окулярной сетки. Подсчет производится по пяти участкам в каждом шлифе. Большее количество участков использовать не рекомендуется, т. к. увеличение их числа не приводит к уточнению результатов. Последовательно перемещая шлиф под сеткой окуляра, подсчитывают количество квадратиков, занимаемых тем или иным минералом. Допуская, что площади сечений зерен минералов относятся так же как и их объемы, вычисляют процентное содержание минеральных компонентов. Данные замеров удобно сводить в таблицу:

Таблица 1

Минеральные компоненты	Число замеров по участкам	Общее число замеров	Содержание, %
Кварц обломочный			
Кварц регенерационный			
Полевые шпаты			
Обломки пород			
Карбонаты			
Слюдисто - глинистые минералы			
	Всего		100%

Средневзвешенный размер зерен определяется по методике гранулометрического анализа в шлифах, предложенной В. П. Батуриным.

Согласно этой методике, гранулометрический анализ производится в шлифах путем подсчета при помощи окуляр-микрометра размера обломочных зерен вдоль каждой из 5 линий, предварительно проведенных через 2 мм на покровном стекле шлифа. В зависимости от структуры породы применяется 9 ×

или 20 × объектив. В каждом шлифе подсчитывается 200—300 зерен с последующим вычислением их средневзвешенного размера Для промежуточных подсчетов размеры зерен удобно выражать в делениях окуляр-микрометра.

Средневзвешенный размер зерен ($\bar{d}$) для крупнозернистых песчаников составляет 0,25—0,35 мм, для среднезернистых — 0,15—0,25 мм, для мелкозернистых — 0,10—0,15 мм.

В качестве одного из критериев степени постдиагенетического изменения принимаются структурные преобразования обломочных пород. При количественной оценке структурных преобразований следует обращать внимание на типы контактов обломочных зерен (табл. 2), определяя их по генетической классификации, предложенной С. С. Савкевич.

Первичные контакты обломочных зерен характерны для диагенеза и начального катагенеза, а вторичные — для глубинного катагенеза и метагенеза.

В районах развития углей марок Г, Ж, К в песчаниках с первично-поровым цементом преобладают вторичные контакты обломочных зерен.

Протяженность контактов — количественная оценка структурных постдиагенетических преобразований песчаников — определяется по методике О. А. Черникова.

Для определения протяженности контактов вдоль имеющихся на покровном стекле шлифа линий последовательно передвигают шлиф. В каждом поле зрения подсчитывают количество контактов между соприкасающимися зернами, пересекаемыми линейкой окуляр-микрометра. Зная длину линейки окуляр-микрометра, общее количество линеек и число контактов в каждой линейке, находят суммарную протяженность секущих линий. Затем вычисляют среднее число пересечений контактов зерен на единицу длины линейки окуляр-микрометра (n) представляющее собой отношение суммарного числа точек пересечения контактов зерен по всем полям зрения к величине суммарной протяженности секущих линий. По формуле вычисляется величина протяженности контактов«С»:

$$C=0{,}392n\bar{d}$$

где n—среднее количество пересечений контактов на единицу длины линейки окуляр-микрометра;

$\bar{d}$— средневзвешенный размер зерен, мм.

Таблица 2

Генетическая классификация контактов обломочных зерен

Происхождение	Наименование	Условия образования и характеристика
Первичные (седиментационные или унаследованные от седиментогенеза)	Свободные	При базальном типе цемента, зерна не соприкасаются друг с другом в плоскости шлифа
	Тангенциальные	Соприкосновение зерен друг с другом происходит в одной точке
	Удлиненные	Соприкосновение зерен происходит по отрезкам их контуров
Вторичные (возникают в процессе постседиментационных изменений)	Удлиненные (разрастания)	В результате регенерационного разрастания обломочных зерен
	Конформные	Взаимное приспособление первоначальной формы двух соприкасающихся зерен в результате одностороннего давления
	Инкорпуляционные	Внедрение одного зерна в другое под действием одностороннего давления, границы между зернами плавные
	Сутурные	Одно зерно проникает в другое под действием одностороннего давления, контакт между зернами имеет зубчатые очертания

Для облегчения подсчетов результаты замеров следует заносить в таблицу (таблица 3).

Таблица 3

Число линий подсчета	1	2	3	4	5	Общее число
Количество линеек окуляр-микрометра						
Количество пересечений контактов зерен по линейкам окуляр-микрометра						

Методика определения открытой пористости и удельного веса пород

1. Определение открытой пористости рекомендуется проводить методом керосинонасыщения (метод Преображенского), обеспечивающим получение достаточно надежных результатов.

Согласно этому методу, отбираются образцы весом 20—30 г наиболее характерного состава для данной пробы. С целью выравнивания поверхность образца обтачивается. По каждой пробе достаточно двух-трех образцов. В течение 7 часов образцы высушиваются до постоянного веса при температуре 105°С в сушильном шкафу, после чего переносятся в эксикатор, охлаждаются и взвешиваются на аналитических весах. Взвешенные образцы немедленно помещаются в стеклянный кристаллизатор с металлической сеткой на дне. Кристаллизатор помещается в эксикатор с хорошо притертой крышкой, из которого затем выкачивается воздух. После установления в эксикаторе вакуума, контролируемого по ртутному манометру, кристаллизатор с образцами заполняется керосином. Насыщение керосином производится при непрерывном откачивании воздуха и считается законченным, когда из образцов в эксикаторе перестанут выходить пузырьки воздуха. Насыщенные образцы последовательно взвешиваются в керосине и в воздухе. Коэффициент открытой пористости определяется как отношение веса керосина, заполнившего поры, к весу керосина, вытесненного образцом, умноженное на 100%.

$$n_0 = \frac{P_2 - P_1}{P_2 - P_3} \cdot 100\%$$

где n_0 — открытая пористость, %;

P_1 — вес высушенного образца, г;

P_2 — вес насыщенного керосином образца в воздухе, г;

P_3 — вес насыщенного керосином образца в керосине, г;

2. Для определения удельного веса берется навеска породы, измельченной до размера частиц 0,5—0,25 мм, выдерживается в сушильном шкафу при температуре 105°С до постоянного веса. После просушивания и охлаждения в эксикато-

ре навеска порошка весом 5 г каждой пробы засыпается в сухие заранее взвешенные пикнометры объемом 25 см³. Затем каждый пикнометр взвешивается вместе с породой, подсоединяется к вакуумной установке и вакуумируется в течение 30 минут. Под вакуумом пикнометры заливаются керосином и снова вакуумируются в течение 20 минут. Взвешивание пикнометров с керосином, долитым до калибровочной метки, производят при той же температуре керосина, при которой пикнометры калибровались. Вычисление удельного веса производится по формуле:

$$\gamma = \frac{\gamma_к (P_4 - P_0)}{V_к \gamma_к - (P_6 - P_4)} \text{ г/см}^3,$$

где $\gamma_к$ — плотность керосина, г/см³;

$V_к$ — объем пикнометра, см³;

P_0 — вес пикнометра, г;

P_4 — вес пикнометра с сухой породой, г;

P_6 — вес пикнометра с породой и керосином, г;

Методика определения предела прочности на разрыв

Из керна породы перпендикулярно его оси нарезают 2—3 цилиндра с отношением h/d=0,5, где h — высота цилиндра, d — его диаметр.

Сооснными клиньями раскалывают каждый цилиндр вдоль оси на 2 части, каждую из которых раскалывают таким же образом еще на две части. Предел прочности на разрыв (σ_p) по каждому раскалыванию вычисляется по формуле:

$$\sigma_{pi} = \frac{P_i}{F_i} \text{ кг/см}^2,$$

где P_i — нагрузка, при которой происходит раскалывание образца, кг;

F^i — площадь раскола этого образца, см^2.

Среднее значение предела прочности на разрыв определяют по формуле

$$\sigma p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \sigma_{pi}$$

где σ_{pi} — значения предела прочности на разрыв каждого из «n» испытанных образцов.

Методика определения упругих свойств горных пород (модуль Юнга и коэффициент затухания упругих колебаний) динамическими методами

Вычисление модуля Юнга (Ед) и коэффициента затухания упругих колебаний (α) производится по скорости распространения продольных и поперечных ультразвуковых волн и их амплитуд, определяемых на установке ЕЖД-3 конструкции ДонУГИ с помощью осциллографа со ждущей разверткой.

Установка ЕЖД-3 представляет собой прямоугольную ванну, состоящую из двух отсеков. В одном отсеке расположен тиратронный генератор возбуждения ультразвуковых колебаний в датчике-излучателе, закрепленном в центральной части прибора. В другом отсеке, заполненном жидкостью (трансформаторным маслом), размещены приемные датчики и поворотная площадка с лимбом для установки образца. Датчик-излучатель посылает ультразвуковые импульсы одновременно в сторону неподвижного приемного датчика и в сторону датчика сравнения, перемещающегося на движке по линейке.

Для производства измерений необходимы образцы высотой 40—50 мм с двумя параллельными плоскостями и перпендикулярной к ним поверхности для их установки. При измерении затухания упругих колебаний следует использовать еще дополнительные образцы длиной 10—15 мм, изготовленные из тех же проб. Все образцы покрывают лаком для предупреждения проникновения в них жидкости.

Измерение скоростей распространения продольных (V_P) и поперечных (V_S) волн производится следующим образом.

1. Включают прибор и сигнал, прошедший через жидкость и уловленный приемным датчиком, выводят на вертикальную линию сетки экрана осциллографа. Затем вход осциллографа переключают на датчик сравнения и, перемещая движок, выводят принятый им сигнал на ту же линию. Отсчет по линейке (c_1) записывают.

2. На поворотную площадку устанавливают образец таким образом, чтобы его параллельные плоскости располагались перпендикулярно направлению распространения ультразвуковых волн. Такому положению соответствует максимальная амплитуда сигнала на экране осциллографа. Сигнал, прошед-

ший через образец, выводят на вертикальную линию сетки экрана осциллографа. Затем, вход осциллографа переключают на датчик сравнения, перемещением движка выводят сигнал на ту же линию и записывают отсчет (c_2) по линейке.

3. Вычисляют скорость распространения продольной волны по формуле:

$$V_p = \frac{h \cdot V_ж}{h - \triangle c_1} \text{ м/сек},$$

где h — длина образца в направлении прозвучивания, м;

$V_ж$ — скорость распространения ультразвукового импульса в жидкости, м/сек;

$\triangle c_1$ — разность отсчетов по линейке системы сравнения, полученных при совмещении импульса, прошедшего через жидкость с образцом и без образца, м.

4. Для определения скорости распространения поперечных волн образец поворачивают на угол «а» до полного внутреннего отражения продольных волн. Измерения производят таким же образом, как и в предыдущем случае.

3. Вычисляют скорость распространения поперечной волны по формуле:

$$V_S = \frac{h \cdot V_ж}{h - (\triangle c_1 - \triangle c_2 \cdot \text{Cos}a)} \text{ м/сек},$$

где обозначения те же, что и в предыдущей формуле, а $\triangle c_2$ — разность отсчетов по линейке системы сравнения, полученных при совмещении вступления поперечной волны при повороте образца на угол «а» и продольной волны, м.

Динамический модуль Юнга вычисляется по формуле:

$$E_д = V_p^2 \rho \frac{(1 + \mu) \cdot (1 - 2\mu)}{1 - \mu} \text{ н/м}^2,$$

где V_p — скорость распространения продольной волны, м/сек;

ρ — плотность образца, кг/см^3;

μ — коэффициент Пуассона, определяемый по формуле:

$$\mu = \frac{V_p^2 - 2V_S^2}{2(V_p^2 - V_S^2)}$$

Для определения коэффициента затухания упругих колебаний образцы из одной и той же пробы, но разного размера, поочередно прозвучиваются на установке ЕЖД-3. При этом определяют относительные величины амплитуд прошедших через образцы сигналов.

Коэффициент затухания упругих колебаний вычисляется по формуле:

$$\alpha = \frac{1}{l_2 - l_1} \ln \frac{A_1}{A_2} \text{ м}^{-1},$$

где l_2 и l_1 — длины исследуемых образцов, м;

A_1 и A_2 — величины прошедших через образцы сигналов.

Методика исследования метаноемкости пород

Определение метаноемкости пород рекомендуется проводить объемным методом с применением сжатого под высоким давлением метана.

Для проведения эксперимента образец породы измельчается на валковой дробилке до частиц размером менее 0,007 мм, высушивается в вакуумсушильном шкафу при температуре 60°С в течение 6—7 часов и в количестве 250—300 г помещается в сорбционную колбу. Последняя представляет собой металлический сосуд с двумя отводами, к одному из которых подсоединяется образцовый манометр, к другому — игольчатый вентиль, соединенный с газосборником и ртутным манометром. Игольчатый вентиль используется для впуска и выпуска газа-метана.

Порода в сорбционной колбе вакуумируется и трехкратно промывается метаном, после чего снова вакуумируется и замеряется свободное пространство гелием. Последующим вакуумированием порода в сорбционной колбе очищается от гелия, а затем производится ее насыщение метаном, определяется метаноемкость при равновесном давлении в одну атм и увеличивается давление метана до 50 ат. После проверки на герметичность сорбционная колба помещается в термостат.

После установления сорбционного равновесия колба присоединяется к газосборнику с помощью резинового шланга. Газосборник состоит из 2-х стеклянных откалиброванных ампул, гребенки, ртутного манометра и двухходового крана. Калибровка ампул производится дистиллированной водой по объему; калибровка гребенки, части ртутного манометра и резинового шланга до вентиля на сорбционной колбе — газом. При достижении в газосборнике вакуума (что регистрируется ртутным манометром) кран на сорбционной установке закрывается, записываются давление на образцовом манометре сорбционной колбы и температура в термостате и производится выпуск газа из сорбционной колбы. Когда давление в газосборнике достигает 755—760 мм рт. ст., вентиль на сорбционной колбе закрывают и через 2—3 мин. (время, необходимое для выравнивания температуры газа окружающей среды) записывают давление на образцовом манометре газосборника, показания ртутного манометра и температуру газа.

Следующий выпуск газа можно делать не ранее, чем через 3—4 часа в том случае, если показание образцового манометра возросло, что является гарантией отсутствия течи в приборе. Для построения изотермы сорбции необходимо провести 6—7 выпусков. При последнем выпуске давление газа необходимо снизить точно до 1 атм (стрелка манометра на нуле).

Количество десорбированного газа при выпуске, рассчитанное на 1 г породы равно:

$$V = \frac{\frac{273{,}2P\left[V_1 + \frac{\pi d^2}{4}(a - x)\right]}{760\,(273{,}2 + t)} - V_{\text{п.п.}}\left(\frac{P_1}{\alpha_1} - \frac{P_2}{\alpha_2}\right)}{A} \text{ см}^3/\text{г},$$

где: P — показание ртутного манометра после выпуска газа, мм рт. ст.;

P_1 — показание образцового манометра до выпуска газа, ат.;

P_2 — показание образцового манометра после выпуска газа, ат;

a — уровень ртути в левом колене ртутного манометра при положении «вакуум», см;

x — объем газосборника, см³;

t — температура опыта, °С;

$V_{\text{пп}}$ — объем свободного пространства сорбционной колбы, см³;

A — навеска породы, г;

V — метаноемкость породы при P и t опыта, см³/г;

d — диаметр трубки манометра, см;

α_1 — степень сжимаемости метана при P_1;

α_2 — степень сжимаемости метана при P_2.

Методика определения влажности пород и вычисления степени заполнения пор газом

1. Влажность (весовая) выражается отношением веса влаги, содержащейся в образце породы, к весу сухого образца.

Для определения влажности образец породы, освобожденный от парафина, выдерживается в сушильном шкафу при температуре 105—110°С до своего постоянного веса. Образец имеет постоянный вес, если разница в весе, выраженная в граммах, при последующих взвешиваниях не превышает трехкратной ошибки взвешивания. Перед взвешиванием образцы охлаждаются до комнатной температуры в эксикаторе, на дне которого находится хлористый кальций.

Влажность вычисляется по формуле:

$$\omega = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \cdot 100\%,$$

Где ω — влажность, %;

P_1 — вес образца до сушки, г;

P_2 — вес образца после сушки, г.

2. Степень заполнения пор газом (в весовых %) вычисляется по формуле:

$$V_г = \left(1 - \frac{\gamma \cdot \omega}{n_0 \cdot \gamma_в}\right) \cdot 100\%,$$

где γ — удельный вес породы, т/м³;

ω — влажность, %;

n_0 — открытая пористость, %;

$\gamma_в$ — удельный вес воды, т/м³.

Приложение 9.

Таблица показателей выбросоопасности слоев песчаника по его мощности

Показатели выбросоопасности	Значения показателей и числа рангов по пробам					
	№ пробы		№ пробы		№ пробы	
Марка угля						
Генетический тип песчаника						
Кварц обломочный, %						
Кварц регенерационный, %						
Слюдисто-глинистые минералы, %						
Средневзвешенный размер зерен, мм						
Протяженность контактов						
Открытая пористость, %						
Предел прочности на разрыв, кг/см^2						
Модуль Юнга (динамический) Ед · 10^5, кг/см^2						
Коэффициент затухания упругих колебаний, м$^{-1}$						
Сорбционная метаноемкость песчаника P=30 ат, t=30°, мл/г						
Степень заполнения пор газом, весовых %						
Глубина, м						
Давление газа, ат						
Критерий выбросоопасности «В»						

Примерное заключение о выбросоопасности песчаников по полю шахты «Петровская-Глубокая»

(по сокращенной схеме)

Поле шахты «Петровская-Глубокая» находится в западной части Донецко-Макеевского района Донецкого бассейна в пределах южного крыла Кальмиус-Торецкой котловины.

В тектоническом отношении описываемая площадь расположена в полосе пологих залеганий каменноугольных пород в висячем крыле Французского надвига. Преобладающее юго-западное простирание пород осложнено складками северо-западного простирания. Каменноугольные отложения на поле шахты «Петровская-Глубокая» принимают участие в строении обширной симметричной Петровской антиклинальной складки с горизонтальным размахом крыльев до 11,5 км и высотой до 170 м. Простирание оси складки северо-западное, азимут простирания около 340°. Углы падения крыльев антиклинали 2—3°. Западное крыло Петровской антиклинали (ближе к ее сводовой части) осложнено более мелкой складкой, переходящей в западном направлении в такую же пологую синклиналь. Ось складки погружается в северо-западном направлении. Азимут простирания оси 342°. Высота складки около 30 м, ширина 3,5 км. Восточное крыло Петровской антиклинали осложнено антиклинальной складкой северо-западного простирания (аз. 344°). Ширина складки около 2,5 км, высота не превышает 13—14 м. Углы падения крыльев составляют 0,5—1°.

Каменноугольные отложения представлены свитами C_2^3, C_2^4, C_2^5, C_2^6, C_2^7.

Основным угольным пластом, принятым к отработке на поле шахты «Петровская-Глубокая», является пласт h_7 свиты C_2^3, угли которого относятся к марке Ж и переходной от Ж к К.

Литологический состав свиты C_2^3: песчаники — 22—30%; алевролиты — 21—46%; аргиллиты — 22—52%; известняки — 0,4—0,6%; угли и углистые аргиллиты — 1,4—1,7%.

Шахта «Петровская-Глубокая» сверхкатегорийная по метану. Глубина метановой зоны в пределах описываемой площади составляет 300—350 м. Метаноносность угольного пласта h_7 изменяется от 15 до 25 м³/т г. м. Метаноносность пес-

чаника $h_4^1Sh_7$ колеблется в пределах 1,02—1,90 м³/т. Максимальное давление газа в угольном пласте h_7, замеренное сотрудниками УкрНИИГаза с помощью испытателя пластов КИИ-65 ГрозУфНИИ в скважине 9143 на поле шахты, составляет 136,5ат. При бурении разведочных скважин 9143, 8979, 8390 на поле шахты отмечались газопроявления, сопровождаемые выбросами воды и газа.

По данным Г. Я. Степановича и др. (Газодинамические явления при подготовке глубоких горизонтов. Изд. «Донбасс», Донецк, 1970), давление газа в песчанике $h_4^1Sh_7$ на шахте «Петровская-Глубокая» составляет на горизонте 905—62 ат, 915 м—55 ат, 1007 м—59 ат, 1196 м—82,83 и 101 ат.

Угольный пласт h_7, разрабатываемый шахтами № 4—21, 29, 17-17-бис, граничащими с шахтой «Петровская-Глубокая», является опасным по внезапным выбросам угля и газа.

При проходке горных выработок по песчаникам $h_4^1Sh_7$ и $h_7SH_5^0$ свиты C_2^3 в пределах поля шахты «Петровская-Глубокая» зарегистрированы выбросы пород.

Мощность песчаника $h_4^1Sh_7$ в пределах поля шахты «Петровская-Глубокая» изменяется с запада на восток от 30 до 70 м, а в субмеридиональном направлении — незначительно. В изменении мощности песчанка наблюдается пять зон увеличенной мощности (до 65—75 м), чередующихся с зонами пониженной мощности (до 40—50 м). Локальные увеличения мощности отмечены в районе скважин 8328 (до 65 м); 8389, 8385 (до 60 м); 8297 (до 65 м); 3065, 3108 (до 75 м). Кроме того, следует отметить, что в западной и центральной частях поля шахты наблюдаются резкие изменения мощности песчаника $h_7^1Sh_7$, (на расстоянии 1 км — от 13—15 до 25—30 м). В восточной части шахтного поля мощность песчаника изменяется более плавно, примерно 5—6 м на 1 км. В целом на поле шахты песчаник $h_4^1Sh_7$ прослеживается с мощностью 50—60 м. Глубина залегания его колеблется от 900 до 1400 м.

Выбросы песчаника на шахте «Петровская-Глубокая» отмечены в интервале глубин 901,0—1237,6 м.

Песчаник $h_4^1Sh_7$ состоит из двух ярусов: песчаников $h_4^1Sh_6$ и h_6Sh_7, которые представлены светло-серыми от крупнозернистых гравелитистых до мелкозернистых разностей. В основании ярусов песчаник преимущественно мелкозернистый. Крупнозернистый материал часто приурочен к средним частям ярусов. В сериях мощностью от 0,1—0,2 до 0,4—0,8 м

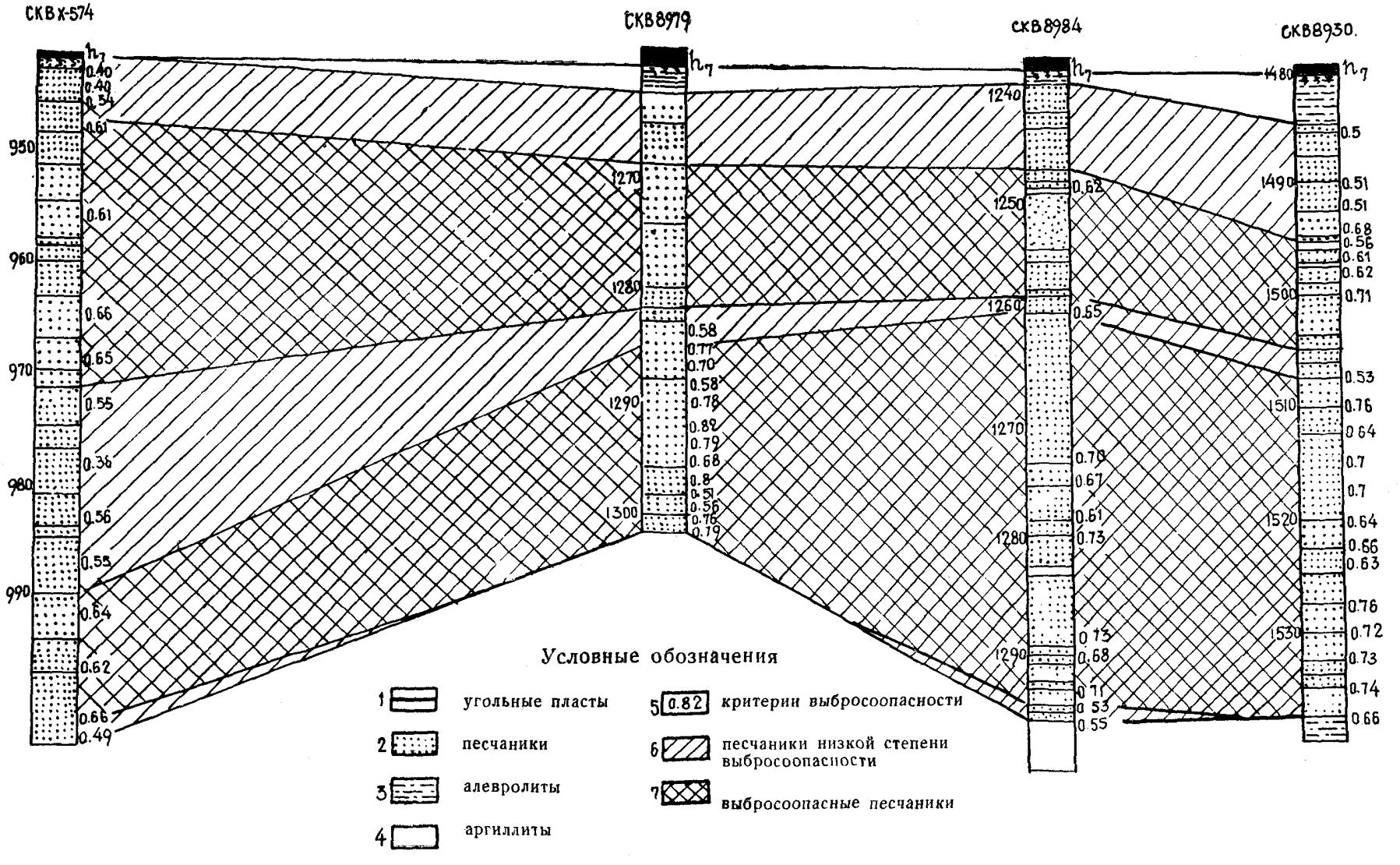
слоистость косая прямолинейная с углом наклона слойков 5—20°. Серии различаются по изменению угла наклона и направлению падения слойков в соседних сериях, а участками — по смене косой слоистости пологоволнистой на границах серий. Слоистость в сериях обусловлена темно-серыми прослойками мощностью от долей до 1—5 мм, обогащенными глинистым материалом, иногда подчеркивается мелким растительным детритом. Участками наблюдается неотчетливая ритмическая сортировка обломочного материала с мощностью ритмов 0,5—2 см. В ритмах более крупнозернистый материал приурочен к их средним частям. Чередование серий и ритмов различной мощности в толще песчаника происходит незакономерно. В нижних или средних частях ярусов часты включения окатанных или полуокатанных обломков карбонатных конкреций и остроугольных, часто изогнутых, обломков темно-серого мелкозернистого алевролита с горизонтальной слоистостью, обусловленной прослойками мощностью до 1—2 мм более крупнозернистого материала. Приведенная характеристика песчаников свидетельствует о том, что формирование их происходило при воздействии на осадок речного течения и прибрежных течений и волнений, т. е. в условиях подводных выносов рек.

На отдельных локальных участках (скв. 8979) встречаются крупнозернистые песчаники светло-серого цвета и серийного строения. Мощность серий колеблется в пределах 0,5—0,6 м. В сериях слоистость косая прямолинейная с углом наклона слойков 15—20°, обусловленная ритмической сортировкой материала. В ритмах мощностью 1—3 см более крупнозернистый материал приурочен к их основаниям, а кверху крупность зерен уменьшается. Формирование этих песчаников происходило в пределах русел рек.

Пробы для лабораторных исследований отбирались из разведочных скважин 8979, 8930, 8984 и Х-574. Скважина 8979 расположена на расстоянии 1 км к северо-западу от восточного воздухоподающего ствола № 1, а скважины 8984 и 8930 — к северо-востоку от этого же ствола на расстоянии соответственно 2 и 3,2 км. Скважина Х-574 находится на расстоянии 3 км к югу от главных стволов шахты.

Пробы отбирались по мощности песчаника через 1,5—2,0 м. По этим пробам был выполнен комплекс анализов, предусмотренных руководством, по сокращенной схеме.

ПРОГНОЗНЫЙ РАЗРЕЗ ВЫБРОСООПАСНОСТИ СЛОЕВ ПЕСЧАНИКА $h_4^1 sh_7$ НА ПОЛЕ ШАХТЫ „ПЕТРОВСКАЯ-ГЛУБОКАЯ“



В таблице 1 приведены показатели выбросоопасности, соответствующие им числа рангов и комплексные критерии выбросоопасности по пробам, отобранным по мощности песчаника $h_4^1Sh_7$ в скважине 8984. Комплексный критерий выбросоопасности «В» вычислялся по сокращенной схеме как среднее арифметическое чисел рангов.

Аналогичным образом получен критерий «В» по пробам, отобранным по мощности песчаника $h_4^1Sh_7$ в скважинах 8979, 8930 и Х-574.

На рисунке приведен прогнозный разрез выбросоопасности слоев исследованного песчаника $h_4^1Sh_7$ по скважинам 8979, 8984, 8930 и Х-574.

При наличии нескольких подобных увязанных между собой разрезов выбросоопасности слоев песчаника представляется возможным построить карты гипсометрии и мощности слоев песчаника разной степени выбросоопасности.

Анализ разреза показывает, что песчаник делится на выбросоопасные и низкой степени выбросоопасности слои, чередующиеся в разрезе. Слои низкой степени выбросоопасности прослеживаются в верхней, средней и нижней частях толщи песчаников. В верхней части такой слой наиболее выдержан. Мощность его колеблется в пределах 6—10 м. В средней части толщи слой низкой степени выбросоопасности весьма не выдержан — мощность его резко изменяется в пределах 1—18 м. В основании песчаника залегает еще один слой низкой степени выбросоопасности небольшой мощности (1—2 м) и выклинивающийся на небольших расстояниях.

Таким образом, можно считать, что наиболее целесообразно горные выработки проводить в верхней части песчаника на расстоянии 5—12 м от угольного пласта.

Таблица 1

Критерии выбросоопасности слоев песчаника $h_4^1Sh_7$ по его мощности в скважине 8984

№ проб	Значения показателей выбросоопасности и числа рангов																				Комплексный критерий выбросоопасности «В»
	Марка угля		Генетический тип породы		Кварц обломочный, %		Кварц регенерационный, %		Слюдисто-глинистые минералы, %		Средневзвешенный размер зерен, мм		Протяженность контактов „С“		Открытая пористость, %		Глубина, м		Давление газа, ат		
33с/1	Ж	0,6	ПВР	0,6	49,7	0,4	9,1	0,6	19,9	0,6	0,14	0,4	0,35	0,6	3,9	0,2	1240—	1	90	1	0,60
34с/2	Ж	0,6	ПВР	0,6	56,9	0,6	10,9	0,8	10,0	0,8	0,21	0,8	0,56	1,0	5,1	0,4	1301	1	90	1	0,76
$34_c^a/2$	Ж	0,6	ПВР	0,6	55,2	0,6	7,6	0,6	19,5	0,6	0,17	0,6	0,34	0,6	4,1	0,2		1	90	1	0,64
$34_c^a/3$	Ж	0,6	ПВР	0,6	60,5	0,8	7,6	0,6	14,8	0,8	0,20	0,7	0,37	0,6	4,1	0,2		1	90	1	0,69
35с/1	Ж	0,6	ПВР	0,6	36,5	0,2	2,9	0,2	14,2	0,8	0,15	0,4	0,23	0,4	3,0	0,2		1	90	1	0,54
35с/2	Ж	0,6	ПВР	0,6	42,5	0,4	8,3	0,6	13,6	0,8	0,16	0,5	0,35	0,6	3,9	0,2		1	90	1	0,59
35с/3	Ж	0,6	ПВР	0,6	57,6	0,6	8,5	0,6	29,1	0,4	0,19	0,6	0,47	0,8	3,4	0,2		1	90	1	0,68
36с/1	Ж	0,6	ПВР	0,6	50,2	0,6	9,8	0,6	22,7	0,6	0,19	0,6	0,52	1,0	5,1	0,4		1	90	1	0,70
36с/3	Ж	0,6	ПВР	0,6	53,1	0,6	8,9	0,6	21,4	0,6	0,18	0,6	0,42	0,8	4,9	0,4		1	90	1	0,68
37с/1	Ж	0,6	ПВР	0,6	51,1	0,6	7,6	0,6	21,3	0,6	0,13	0,2	0,40	0,7	3,9	0,2		1	90	1	0,61
37с/2	Ж	0,6	ПВР	0,6	51,5	0,6	7,6	0,6	21,8	0,6	0,14	0,4	0,41	0,8	4,0	0,2		1	90	1	0,64
37с/5	Ж	0,6	ПВР	0,6	51,2	0,6	7,3	0,4	20,8	0,6	0,15	0,4	0,42	0,8	3,8	0,2		1	90	1	0,62
39с/1	Ж	0,6	ПВР	0,6	59,9	0,6	8,3	0,6	11,3	0,8	0,19	0,6	0,47	0,8	6,3	0,4		1	90	1	0,70
39с/3	Ж	0,6	ПВР	0,6	53,4	0,6	10,7	0,8	19,6	0,6	0,16	0,5	0,37	0,6	5,2	0,4		1	90	1	0,67
40с/1	Ж	0,6	ПВР	0,6	42,0	0,4	4,4	0,2	11,5	0,8	0,16	0,5	0,16	0,2	3,2	0,2		1	90	1	0,55
40с/2	Ж	0,6	ПВР	0,6	35,3	0,2	4,6	0,2	15,7	0,6	0,21	0,8	0,11	0,2	5,5	0,4		1	90	1	0,56
40с/4	Ж	0,6	ПВР	0,6	52,8	0,6	9,9	0,6	9,1	0,8	0,15	0,4	0,38	0,6	5,1	0,4		1	90	1	0,66

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батурин В. П. Новый метод изучения песчано-алевритовых осадков. Докл. АН СССР, т. XXXVII, 1942, № 2.
2. Ботвинкина Л. Н. Методическое руководство по изучению слоистости. М., изд. «Наука», 1965.
3. Ботвинкина Л. Н., Жемчужников Ю. А. и др. Атлас литогенетических типов угленосных отложений среднего карбона Донецкого бассейна. М., изд. АН СССР, 1956.
4. Временные рекомендации по изучению газоносности угленосных отложений Донбасса. Изд. УкрНИИГаз, Харьков, 1969.
5. Жемчужников Ю. А. и др. Строение и условия накопления основных угленосных свит и угольных пластов среднего карбона Донецкого бассейна. Ч. I—II. Тр. геол. ин-та АН СССР, вып. 15 (1—2), 1959—1960.
6. Калинко М. К. Методика определения коллекторских свойств кернов. Гостоптехиздат, М., 1963.
7. Ломтадзе В. В., Степанов А. И. Программа комплексной интерпретации геолого-геофизических данных. Л., 1966.
8. Николин В. И. и др. Прогноз выбросоопасности пород при разведочных работах. «Разведка и охрана недр», 1972, № 6.
9. Овчаренко Б. П. Ультразвуковой метод изучения физико-механических свойств горных пород. В кн.: «Вопросы техники добычи угля и совершенствования горного хозяйства шахт Донбасса». Изд. «Недра», М., 1964.
10. Савкевич С. С. О количественной оценке интенсивности катагенеза в песчаных породах. Докл. на III Всесоюзн. совещ. по кол. нефти и газа. М., 1965.

11. Требования к проведению механических испытаний горных пород при разведке угольных месторождений, разрабатываемых подземным способом, Л., изд. ВНИМИ, 1971.

12. Широков А. З., Забигайло В. Е. и др. Основные результаты исследований по разработке регионального метода геологического прогноза выбросоопасности пород. Изд. «Наукова думка», Киев, 1972.

13. Эттингер И. Л. Газоемкость ископаемых углей. М., изд. «Недра», 1966.

14. Черников О. А. К методике определения степени измененности структуры обломочных пород. «Литология и полезные ископаемые», 1964, № 6.

15. Черников О. А. О коэффициенте метаморфичности «С». «Литология и полезные ископаемые», 1965, № 2.

БТ 21771. Подп. к печати 18. IV 1973 г. Зак. 1272—500. Объем 3 п. л. Цена 40 коп.
Днепропетровская городская типография № 3 (цех № 1)
областного управления по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
пр. Калинина, 55.

Стр.	Строка	Напечатано	Читать
3	14 снизу	C_3^2	C_2^3
3	7 снизу	$m_3\,Sm_4,\ m_4^2\,Sm_4^3$	$m_3\,Sm_4^0,\ m_4^2\,Sm_4^3,$
4	20 сверху	материалов	минералов
11	8 сверху	$м^{--}$	$м^{-1}$
14	3 сверху	газа и отбор	газа и осуществляется отбор
29	8 снизу	(n)	(n),
36	3 снизу	кг/см ^{3}	кг/м ^{3}

gost.e-ecolog.ru