

скважины, на скорость проходки в час чистого бурения как при рейсовом, так и при периодическом питании.

Опытное бурение производилось на станке «ГП-1» коронкой с внешним диаметром 65 мм и окружной скоростью 1,4 м/сек в глыбе среднезернистого гранита. Для исследования процесса и характера работы дробы на забое последняя извлекалась из скважины с помощью цилиндрического электромагнита через каждые 10 минут времени чистого бурения. Дробь просушивалась, просеивалась на ситах с диаметрами отверстий 2,5; 2,0; 1,5; 1,0 мм, и каждая фракция взвешивалась. Измерение количества промывочной жидкости, подаваемой в скважину, производилось мерным сосудом.

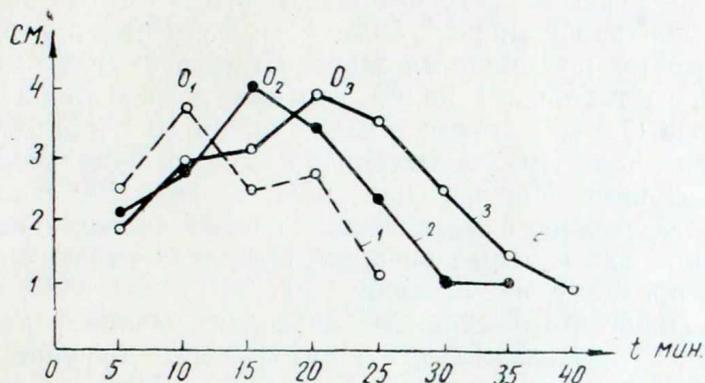


Рис. 1. Зависимость скорости углубки от величины порции, засыпаемой на рейс.
Вес порций на рейс: 1—200 г; 2—400 г; 3—800 г.

В результате проведения экспериментальных наблюдений установлено, что максимальные значения скорости углубки в рейсе, а также среднерейсовая скорость проходки почти не зависят от весового количества засыпанной в скважину порции дробы. На рис. 1 изображены результаты бурения порциями в 200, 400, 800 г. Здесь по оси абсцисс отложено время бурения, а по ординатам — проходка в сантиметрах за интервал наблюдения. Из графиков, а также из таблицы 1 видно, что макси-

Таблица 1

Засыпка дробы на рейс, г	Элементы наблюдения	Показатели бурения и изменения состояния дробы за время наблюдения, равное 5 минутам								Среднерейсовая скор. проходки см/мин	Максимальная скор. проходки см/мин	Расход дробы на 1 см проходки, г
		5	5	5	5	5	5	5	5			
200	Проходка, см Остаток дробы: целой, г колотой, г	2,4	3,7	2,4	2,7	1,1				0,49	0,74	16,0
			10 150	120	80	60						
400	Проходка, см Остаток дробы: целой, г колотой, г	2,0	2,7	4,0	3,4	2,3	1,0	1,0		0,47	0,8	25,0
			110 200	10 230	150			60				
800	Проходка, см	1,8	2,9	3,0	3,9	3,5	2,5	1,5	1,0	0,50	0,78	40,0

мальные скорости углубки за интервал времени, равный 5 минутам, составляют для 200 г—3,7 см; 400 г— 4,0 см и 800 г—3,9 см (точки O_1 , O_2 , O_3 на рис. 1), а среднерейсовые скорости, соответственно — 0,49, 0,47, 0,5 см/мин, т. е. абсолютные их значения во всех случаях практически равны между собой. Аналогичные результаты были получены В. И. Молчановым при исследовании в Казской ГРЭ зависимости среднерейсовой скорости проходки от весового количества засыпаемой в скважину дроби для порций весом 5, 10, 15 кг.

Из таблицы 1 также видно, что с увеличением веса порции на рейс почти прямо пропорционально увеличивается расход дроби на 1 пог. см. проходки.

Далее было установлено, что при рейсовом питании максимальная скорость углубки в рейсе наступает после того, когда на забое скважины остается целой дроби меньше 50%, и поддерживается примерно на одном уровне до тех пор, пока на забое остается 5—10% целой дроби. Так, например, из таблицы 1 видно, что при засыпке дроби на рейс 200 г после максимума (3,9 см) осталось целой дроби 10 г или 6%. В дальнейшем при бурении колотыми частицами по мере их измельчения скорость проходки уменьшается. При засыпке дроби на рейс 400 г по мере раскалывания целых дробин и увеличения колотой фракции скорость проходки возрастала. Затем, перед началом интервала наблюдения, давшего максимальную проходку, целой дроби было 110 г или 35%, а в конце — 10 г или 4%. После этого скорость проходки начинает также уменьшаться. На рис. 2 показаны результаты, когда бурение начиналось с засыпкой дроби в соотношении 50% целой и 50% колотой дроби. В результате этого за первый же интервал наблюдения получена проходка даже несколько выше максимальной предыдущего примера (табл. 1).

Увеличение скорости углубки, по-видимому, достигается за счет увеличения давления на одну целую дробинку, в результате чего она более интенсивно раздавливает породу на забое. Увеличение давления на одну целую дробинку достигается вследствие уменьшения их общего количества под торцом коронки благодаря попаданию туда колотых частиц. Действительно, в процессе бурения целая и колотая дробь находятся все время в смешанном состоянии и, следовательно, под торец коронки попадает как первая, так и вторая. Само собой разумеется, что коронка при своем вращении будет опираться на целые дробины, как имеющие наибольший диаметр. Колотые частицы при этом выполняют также далеко не второстепенную роль. Они, во-первых, очищают след раздавливания, получающийся при движении круглой дроби, во-вторых, не дают последней выйти из под торца коронки, т. е. являются как бы «сепараторами» для круглой дроби, и, наконец, сами производят эффективную работу по разрушению породы при своем перекачивании.

Исходя из этого, становится ясным, почему передовые буровые бригады, применяя периодическое питание, добиваются более высоких производственных показателей, чем при рейсовом питании. Эти бригады, периодически засыпая в скважину все новые и новые порции целой шарообразной дроби, получают или несколько максимумов проходки в рейсе (вместо одного при рейсовом питании), или систематически поддерживают на забое определенное соотношение целой и колотой дроби, и тогда в течение всего рейса удается удерживать максимум проходки. Получение нескольких максимумов проходки в рейсе имеет место при периодическом питании крупными порциями, а поддержание определенного соотношения целой и колотой дроби достигается за счет периодического способа питания мелкими порциями или непрерывного (ручейкового) способа питания.

Таким образом, максимальная скорость углубки не уменьшается и поддерживается на одном уровне, если после подсыпки очередной порции целой дробы на забое скважины будет устанавливаться соотношение целой и колотой дробы, примерно, один к одному, а в конце интервала (промежутка времени) между подсыпками на забое остается не менее 5—10% целой дробы. Это обстоятельство имеет большое значение для практического регулирования режима периодического питания скважин дробью. Особо важное значение при этом имеет нижний предел наличия целой дробы на забое скважины. Если будет допущено уменьшение его до нуля и даже до состояния, когда бурение будет производиться колотой дробью, хотя и крупными частицами, то, кроме уменьшения скорости углубки, произойдет неравномерность в обработке керна и стенок скважины. В этом случае керн к концу промежутка времени между подсыпками будет обработан меньше, чем вначале, и поэтому при подсыпке очередной порции целой дробы он будет расклинен в коронке, и процесс углубки скважины может прекратиться. Если же на забое скважины имеется целая дробь даже в незначительном количестве (5—10%) от общего количества, неравномерности в обработке керна и разработке скважины не наблюдается.

В процессе бурения целая чугунная дробь все время раскалывается и пополняет фракцию колотой дробы. Поэтому, чтобы поддержать на забое определенное соотношение целой и колотой дробы, в процессе бурения на забой необходимо непрерывно добавлять целую дробь и одновременно с этим удалять с помощью промывочной жидкости излишнее количество колотых частиц. Идеальным путем решения этого вопроса является непрерывное возобновление раскалывающихся дробин новыми, т. е. сколько целых дробин раскалывается, столько и добавляется с одновременным выносом в шламовую трубу излишнего количества измельченных частиц. Этому больше всего будет соответствовать непрерывный (ручейковый) способ питания с помощью автоматически действующего дробопитателя.

При периодическом питании мелкими и крупными порциями процесс пополнения целой дробы протекает несколько иначе. Здесь пополнение целой дробы осуществляется не непрерывно, а периодически, через определенные промежутки времени и определенными порциями-дозами. Отсюда, при периодическом питании важное значение имеет вопрос определения веса порции и интервала между подсыпками. Лабораторными и производственными исследованиями установлено, что при бурении чугунной дробью вес порции и интервал между очередными подсыпками должны определяться скоростью раскалывания целых дробин на забое скважины. Скорость раскалывания зависит от многих факторов. Главными из них являются: давление на забой, скорость вращения коронки, качество дробы, вес порции, соотношение целой и колотой дробы и т. д. Например, если при окружной скорости коронки, равной 1,4 м/сек, и при давлении 22,5 кг/см² порция целой дробы весом 200 г раскалывается за 15—20 минут, то при этой же окружной скорости, но при давлении 45 кг/см² она раскалывается за 4—5 минут; такая же порция дробы при давлении 22,5 кг/см², но при окружной скорости 2,6 м/сек, также раскалывается за 4—5 минут. Большое значение на скорость раскалывания оказывает вибрация. Так, по данным С. С. Сулакшина и В. М. Матросова, при бурении в глыбе гранодиорита с окружной скоростью 0,5 м/сек и давлением 22 кг/см² порция целой дробы весом 100 г раскалывается за 15—20 минут, а с вибратором, с возмущающим усилием, равным примерно 60 кг/см², такая же порция раскалывается за 2—3 минуты. При этом в последнем случае средняя скорость углубки была в 2 раза больше, чем без вибратора.

Интересные результаты были получены при исследовании влияния на скорость раскалывания дробы веса порции и соотношения целой и колотой дробы. Так, если порцию обыкновенной чугунной дробы весом 100 г засыпать в скважину и бурить с окружной скоростью коронки 1,4 м/сек при давлении 22,5 кг/см², то для раскалывания всех дробин требуется 10—15 минут. Если такую же порцию целой дробы засыпать вместе с колотой, вес которой равен также 100 г, то она раскалывается за 5—7 минут. Порции одной целой дробы весом 400 г, 800 г раскалываются за 20—30 минут, а в смеси с колотой—за 8—10 минут и т. д. Отсюда следует, что при определении веса порции целой дробы необходимо устанавливать минимально необходимый размер ее, который бы обеспечивал нормальный процесс углубки скважины.

Физико-механические свойства горных пород почти не оказывают существенного влияния на скорость раскалывания целой дробы. Для изучения процесса скорости раскалывания целой дробы в зависимости от физико-механических свойств буримых пород было произведено бурение песчаника и гранита. Оказалось, что порция целой дробы весом 200 г при бурении гранита раскалывается за 15—20 минут, а при бурении песчаника—за 20—25 минут. При этом в первом случае средней скоростью проходки была равна 0,49 см/мин, а во втором—2,0 см/мин, т. е. буримость песчаника была в четыре раза больше буримости гранита.

Наблюдениями за работой передовых буровых бригад треста «Алтайцветметразведка» также установлено, что эти бригады при определении режима питания забоя скважин мелкими порциями исходят, как правило, не из категоричности пород по буримости, а из расхода дробы в час чистого бурения (почасового расхода). Почасовой расход дробы не зависит от категории пород и, примерно, равен одной величине как для VIII категории, так и для XII, но зависит от диаметра коронки, давления на забой и окружной скорости коронки. В таблице 2 приводятся результаты наблюдений за одной из буровых бригад Белоусовской ГРП, производившей бурение скважины по микрокварциту с разным режимом периодического питания мелкими порциями.

Таблица 2

№№ смен	Категория пород	Пробурено за смену п. м.	Проходка в час чистого бурения		Расх. дробы в % к норме	Режим период. питания		Примечание
			пог. м/час	в % к норме ЕНВ		вес порции в граммах	интервал между подсыпками, мин	
1	XII	0,2	0,030	75,0	116	150	7	Диаметр коронки 110 мм, число оборотов снаряда 132 об/мин, давление 20-25 кг/см ²
2	XII	0,1	0,017	42,5	244	150	5	
3	XII	0,2	0,029	72,5	155	150	5	
4	XII	0,06	0,015	37,5	423	300	5	
5	XII	0,12	0,021	52,5	181	150	8	
6	XII	0,05	0,010	25,0	321	300	5	
7	XII	0,12	0,019	47,5	360	300	7	

Из таблицы видно, что наилучшие показатели по проходке в час чистого бурения и расходу дробы получены в сменах 1, 3, 5 и хуже — в сменах 4, 6, 7. В первом случае на забой подавалось по 150 г через 5—7 минут, а во втором — через те же промежутки по 300 г. При бурении пород

VIII—IX категорий по буримости буровики тоже подают на забой по 150 г через 5—7 минут, получая при этом также наиболее высокие показатели по производительности бурения.

Следует заметить, что приведенные выше результаты экспериментальных наблюдений скорости раскалывания обыкновенной чугушной целой дробью были получены для одного сорта и диаметра дробы. С изменением качественной характеристики целой дробы изменятся и указанные выше зависимости скорости ее раскалывания. Поэтому режим периодического питания забоя дробью мелкими порциями в каждом случае нужно устанавливать применительно к дробы определенного качества. Как уже указывалось, фактором контроля за правильностью установленного режима питания мелкими порциями должна служить равномерность в обработке керна дробью. Если керн обрабатывается неравномерно и даже имеют место саморасклинки его в коронке, то это свидетельствует о неправильно установленном режиме питания забоя скважин дробью. Надо или увеличить вес порции дробы, подаваемой на забой, или уменьшить интервал между подсыпками.

Для получения максимально возможной производительности бурения, наряду с определением оптимальной величины дозы и промежутка времени между подсыпками, важное значение имеет правильно установленный режим промывки. При избыточной промывке с забоя будет выноситься колотой дробы больше, чем необходимо. Следовательно, при очередных подсыпках не будет выдержано определенного соотношения целой и колотой дробы. При недостаточной промывке на забое накапливается по мере подсыпки и раскалывания целой дробы все больше и больше колотой дробы, что в конечном счете ведет к нарушению рационального соотношения целой и колотой дробы, а значит и к уменьшению скорости углубки. Кроме того, при недостаточной промывке на забое скапливаются очень мелкие фракции колотой дробы, которые мешают более производительной работе крупных частиц. Экспериментальными и производственными наблюдениями установлено, что для получения максимально возможной скорости проходки при периодическом питании мелкими порциями, т. е. когда на забое поддерживается рациональное соотношение крупной и колотой дробы, необходимо удалять с забоя скважины все колотые частицы размером меньше одного-полутора миллиметров.

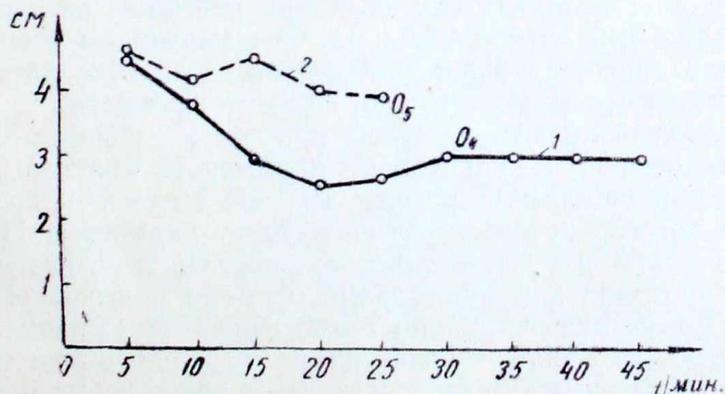


Рис. 2. Зависимость скорости углубки при периодическом питании от количества промывочной жидкости, подаваемой в скважину. Количество промывочной жидкости в л-мин. на 1 пог. см диаметра коронки: 1—2,0—2,5; 2—4,0—4,3.

На рис. 2, построенному по тому же принципу, что и рис. 1, а также в таблице 4 показаны результаты бурения на экспериментальной уста-

новке коронкой диаметром 65 мм с периодическим питанием мелкими порциями (по 50 г через 5 минут) и разными количествами промывочной жидкости. Здесь, как уже упоминалось выше, в начале рейса на забой сразу же засыпалась колотая и круглая целая дробь в соотношении один к одному, т. е. 50 г целой и 50 г колотой. В результате этого за первый же интервал наблюдения получена проходка даже несколько больше, чем при рейсовом питании (точки O_1, O_2, O_3 , на рис. 1).

Таблица 4

Вес подсыпаемой порции в граммах	Время между подсыпками, мин	Промывка в л/мин, на 1 пог. см внешнего диаметра кор.	Пробурено пог. см за время наблюдения, равное 5 минутам										Пробурено за рейс пог. см	Средне рейсовая скорость проходки, см/мин	Расход дроби в г на пог. см проходки
			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
50	5	2-2,5	4,5	3,8	3,0	2,6	2,7	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	28,7	0,65	13
50	5	4,1-4,3	4,6	4,2	4,5	4,0	3,9	—	—	—	—	21,2	0,83	15	

Линия 1 на этом рисунке характеризует проходку при бурении с промывкой 2—2,3 л/мин на 1 пог. м внешнего диаметра коронки (в пересчете на коронку диаметром 110 мм это равно 22—25 л/мин). Из графика и таблицы 4 видно, что по мере добавления порций целой дроби проходка все время уменьшалась и, достигнув какого-то определенного уровня, стала более или менее постоянной. Анализ извлекаемой дроби показал, что порция целой дроби почти полностью раскалывается за интервал между подсыпками, а колотой становится все больше и больше, при этом даже осколки диаметром в 0,25—0,5 мм не выносятся с забоя. В момент подсыпки очередной порции в точке O_4 на забое стало целой дроби 60 г или 20%, а колотой — 220 г или 80%. Однако даже в этом случае среднерейсовая скорость проходки является больше среднерейсовой при рейсовом питании. Так, если при рейсовом питании она равна в среднем 0,48—0,49 см/мин (табл. 1), то в указанном опыте среднерейсовая скорость проходки равна 0,65 см/мин, что составляет 133%. Расход дроби при этом составил 18 г на 1 пог. см проходки.

Линия 2 характеризует проходку при том же режиме питания забоя скважины дробью, но с увеличенной промывкой. Количество промывочной жидкости подавалось из расчета 4,1—4,3 л/мин на 1 пог. см внешнего диаметра коронки (в пересчете на коронку диаметром 110 мм это составляет 45—47 л/мин). Как видно из диаграммы на рис. 2 и таблицы 4, скорость проходки некоторое время остается почти на одном уровне, а затем, хотя и незначительно, но также снижается. Анализ извлекаемой дроби показал, что в момент подсыпки целой дроби в начале рейса устанавливалось соотношение целой и колотой дроби один к одному, а перед очередной засыпкой — 5—10% целой, а остальная часть дроби колотая. Но по мере добавления целой дроби и раскалывания ее, колотой дроби, даже при этой промывке, накапливалось все больше и больше. В конце рейса (точка O_5 , рис. 2) перед очередной засыпкой вес колотой дроби составлял 160 г. Таким образом, и этого количества промывочной жидкости является недостаточным, чтобы поддерживать на забое определенное соотношение целой и колотой дроби. В этом случае среднерейсовая

скорость проходки составила 0,83 см/мин или 173% по отношению к скорости проходки при рейсовом питании, а расход дробы — 15 г на 1 пог. см проходки.

Необходимость и возможность применения сравнительно большой промывки при периодическом питании мелкими порциями подтверждается также и теоретическими расчетами.

Так, например, если в формуле Риттингера k принять равным 5, 11, тогда скорость падения частиц дробы диаметром 1,0 мм и, следовательно, скорость струи будет равна 0,4 м/сек. При диаметре коронки, равном 110 мм, и дробы — 3 мм диаметр скважины будет равен 125 мм, следовательно, площадь зазора будет равна 27,6 см². Отсюда расход промывочной жидкости $Q = 27,6 \times 40 = 1,1$ л/сек или, примерно, 66 л/мин. Если же k принять равным 4, т. е. для округлых частиц, то Q будет равно 60 л/мин.

Выводы

1. Наиболее эффективное разрушение пород при бурении чугунной дробью осуществляется в том случае, если на забое находится колотая и целая дробь вместе и, примерно, в соотношении 50—90% первой и 10—50% второй.

2. Определенное соотношение целой и колотой дробы можно поддерживать только применением непрерывного способа питания или периодического питания мелкими порциями, а также применением сравнительно высокой промывки.

3. Вес порции и интервал времени между подсыпками должны определяться исходя из скорости раскалывания целых дробинки этой порции. Скорость раскалывания целых дробинки зависит от давления на забой, окружной скорости коронки, вибраций, качества дробы, соотношения целой и колотой дробы и почти не зависит от физико-механических свойств буримых чугунной дробью горных пород.



ИСПРАВЛЕНИЯ И ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
4	25 сверху	<i>Leptimnadia</i>	<i>Leptolimnadia</i>
6	8 снизу	„сахаровидные“	„сахаровидные“,
"	6 "	минерала	минералов
"	2 "	серые	серые,
7	13 "	Коллоидальные	Аутигенные
12	28 "	„чертинской свиты“	„чергинской свиты“
17	10 "	камбрийскими	кембрийскими
18	27 сверху	мерглей	мергелей
"	29 "	<i>Hlaenidae</i>	<i>Ulaenidae</i>
21	19 "	кембрию	докембрию
23	16 снизу	1957	1958
26	26 "	поддерживается	подтверждается
28	4 "	<i>Slatkovska</i>	<i>slatkovska</i>
29	5 "	1957	1958
33	14 "	<i>Bulalasis</i>	<i>Bulaiaspis</i>
39	20 "	выше описанных	вышеописанных
41	23 сверху	бласто-псаммитовой	бластопсаммитовой
48	14 снизу	дайки Рудное	дайки. Рудное
56	20 "	минералогии	минерагении
66	Рис. 10	серпцита	серицита
67	6 снизу	теллурида, золота	теллурида золота
76	27 "	радроблены	раздроблены
77	23 "	эпидото-кварцево-полевошпа- товые	эпидото-кварцево-полево- шпатовые
83	14 сверху	плагигранитной	плагиигранитной
"	7 снизу	Елисеева Н. А.	Елисеев Н. А.
88	2 "	неравномерно зернистая	неравномернозернистая
110	25 сверху	природы	породы
112	7 снизу	А. К. Яхонтова	Л. К. Яхонтова
116	8 "	Ro	RO
122	26 "	$N-(\bar{3}04); r-(\bar{1}0\bar{1});$	$N-(\bar{3}04); r-(\bar{1}0\bar{1});$
"	24 "	$m-(110)$	$m-(110)$
123	1 сверху	(304)	($\bar{3}04$)
"	15 "	(302)	($\bar{3}02$)
129	8 "	Болдырев А. К.	Коллектив авторов, под ред. А. К. Болдырева
133	Таблица 1	Содержание	Содержание $Ca Mg Si_2 O_6$
160	26 снизу	поверхностных водоемов	поверхностные водоемы
170	12 снизу	(i_2)	(i_2)
201	1 сверху	Этой	этой
226	9 "	1 пог. м	1 пог. см

В статье С. А. Строителява „Исследование кристаллизации эпсомита и мирабилита“ по техническим причинам фигурные скобки заменены на квадратные, например: [100] вместо {100} и т. д.