

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ БУРИЛЬНЫХ МОЛОТКОВ

О. Д. Алимов, И. Г. Басов, П. А. Самойлов

В последние годы в нашей стране и за границей созданы новые модели пневматических бурильных молотков. Большинство из них относится к высокочастотным бурильным молоткам. По сравнению с ранее выпускаемыми высокочастотные молотки имеют повышенную частоту ударов — до 3000—3500 ударов в минуту. Повышение частоты ударов при сохранении прежней энергии каждого удара позволяет увеличивать мощность машины. Однако, как показывают наши исследования [1—4], мощность пневматического бурильного молотка может быть использована наиболее целесообразно только при работе его на определенных режимах (при определенном усилии подачи, давлении воздуха и др.). Необходимых данных для выбора таких режимов в известной нам литературе не приводится.

В связи с этим кафедрой горных машин и рудничного транспорта Томского политехнического института были проведены испытания пневматических бурильных молотков различных типов. Для испытания были отобраны молотки, получившие наиболее высокую оценку в отечественной и иностранной литературе: высокочастотные ручные бурильные молотки ПР-20, Криво-рожского машиностроительного завода; ПР-25, ленинградского завода «Пневматика»; РН-754, шведской фирмы «Атлас-Дизель»; Т-10 финляндской фирмы «Тампелла». Наиболее распространены в отечественной горной практике ручные молотки ПМ-508, ПР-35 и колонковые молотки КЦМ-4 (табл. 1).

Целью исследования являлось определение оптимальных режимов работы бурильных молотков и соответствующих им скоростей бурения. На основании полученных экспериментальных данных оценивалась производительность и экономичность испытываемых машин.

Оптимальные режимы бурения определялись:

- а) при бурении горных пород различной крепости ($f = 6 \div 8$ и $f = 14 \div 18$ по шкале проф. М. М. Протодяконова);
- б) при давлениях сжатого воздуха 4; 5 и 6 атм;
- в) при бурении различным буровым инструментом (длина бура 1—2 м, диаметр буровой коронки 40 и 46 мм).

Таблица 1

№ п.п.	Наименование показателей	Технические данные различных бурильных молотков						
		ПМ-50	ПР-35	КЦМ-4	ПР-20	РН-754	ПР-25	Т-10
1	Вес молотка, кг	29,5	28	39,6	20	23,6	26,8	28,1
2	Диаметр поршня, мм . . .	63,5	72	76	76	75	85	100
3	Ход поршня, мм	54—60	55	75	36	35	33	32
4	Число ударов в минуту	1610	1710	1500	2500	2800	2850	3300
5	Энергия удара, кгм . . .	4,0	5	6,2	3,5	4,1	4,3	4,0
6	Мощность (ударная), л.с.	1,43	1,9	2,07	1,95	2,55	2,72	2,94
7	Число оборотов бура в минуту	130	150	200	175	130	150	230
8	Крутящий момент, кгсм	135	120	227	150	210	294	235
9	Расход воздуха, м ³ /мин	2,85	2,5	3,3	3,65	3,1	3,6	3,1

Примечания. Число ударов, число оборотов бура и расход воздуха определялись при бурении песчаника ($f = 6 \div 8$). Расход воздуха молотков РН-754, Т-10 и ПР-25 определялся при работе их с отдельной продувкой шпура через устройство для промывки. Технические данные показателей 3—9 соответствуют $p_m = 5 \text{ атм.}$

Испытания бурильных молотков проводились по ранее разработанной методике [1]. В лабораторных условиях исследовались режимы работы пневматических бурильных молотков только при бурении крепких горных пород (роговик $f = 18$, слюдисто-амфиболовый сланец $f = 14 \div 18$). Бурение горных пород средней крепости проводилось на Степановском каменном карьере близ г. Томска (песчаник $f = 6 \div 8$).

Как установлено рядом работ [2, 3], на скорость бурения и устойчивость работы бурильных молотков, при прочих равных условиях, существенное влияние оказывает усилие подачи молотка на забой. Это свойственно всем современным пневматическим бурильным молоткам и объясняется тем, что в результате изменения усилия подачи изменяются условия соударения поршня-ударника с буром. Вследствие этого изменяется рабочий процесс молотка и величина мощности, передаваемая поршнем-ударником буровому инструменту.

При сравнительно небольших усилиях подачи корпус молотка отходит от ограничительного буртика бура назад, в результате чего снижается к. п. д. передачи энергии удара в системе «поршень — бур — порода» [4]. С увеличением усилия подачи уменьшается зазор между корпусом бурильного молотка и ограничительным буртиком бура, улучшается режим работы машины, увеличивается скорость бурения (рис. 1). Максимум скорости бурения соответствует определенной величине усилия подачи, которая зависит в основном от типа молотка и давления сжатого воздуха. Дальнейшее увеличение усилий подачи снова приводит к уменьшению скорости бурения.

Таким образом, скорость бурения при изменении усилия подачи вначале увеличивается до максимума, а затем уменьшается. Причем уменьшение скорости бурения молотков ПР-35 и ПМ-508 совпадает с ухудшением их работы (молотки работают с перебоями), в то время как молотки ПР-25, ПР-20, Т-10, РН-754, а также и КЦМ-4 на таких режимах работают устойчиво. Это можно объяснить тем, что высокочастотные бурильные молотки, как и КЦМ-4, создают значительно больший крутящий момент, нежели обычные ручные молотки.

Результаты испытаний показали, что качество ручных молотков должно оцениваться не только по максимально возмож-

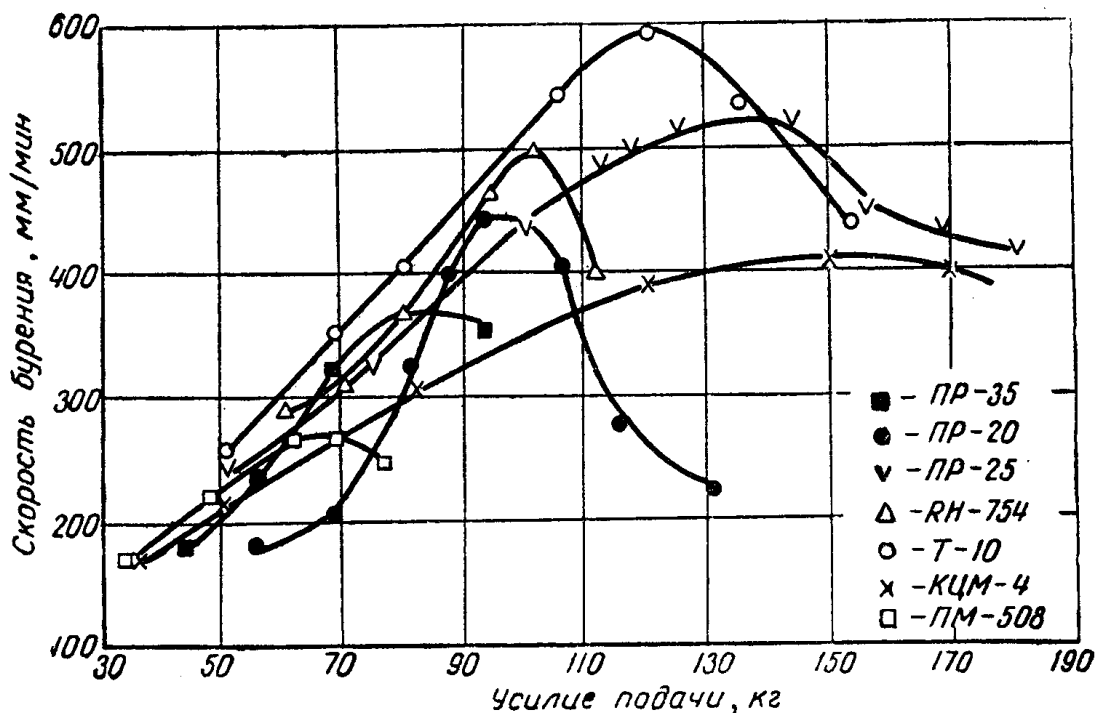


Рис. 1. Зависимость скорости бурения песчаника ($f=6 \div 8$) от усилия подачи при давлении воздуха 6 атм.

ной скорости бурения. Необходимо учитывать величины усилий подачи, при которых достигаются эти скорости, а также области рациональных усилий подачи. Под областью рациональных усилий подачи подразумевается интервал, в котором скорость бурения составляет не менее 85% от максимальной и молоток работает устойчиво (рис. 2).

Высокочастотные пневматические бурильные молотки типа ПР-25, ПР-20, РН-754 и Т-10 при бурении горных пород средней и высокой крепости в зонах рациональных усилий подачи могут обеспечить скорость бурения в 1,26—2,30 раза большую, чем ручные бурильные молотки типа ПМ-508 и ПР-35 и в 1,06—1,67 раза большую, чем колонковые бурильные молотки КЦМ-4 (табл. 2). Наибольшие преимущества высокочастотные бурильные молотки имеют при бурении пород средней крепости. В этих

Таблица 2

Тип бурильного молотка	Давле- ние воздуха ати	Оптимальные условия подачи и соответствующие им скорости бурения горных пород различной крепости					
		песчаник ($f=6\div 8$)		сланце-амфиболовый сланец ($f=14\div 18$)		роговик ($f=18$)	
		усилие подачи кг	скорость бурения мм/мин	усилие подачи кг	скорость бурения мм/мин	усилие подачи кг	скорость бурения мм/мин
ПМ-508	4	48	190	50	145	45	67
	5	58	245	62	175	60	95
	6	68	285	75	225	75	275
ПР-35	4	50	175	—	—	—	—
	5	60	260	—	—	—	—
	6	75	354	—	—	—	—
КЦМ-4	4	75	210	—	—	85	145
	5	100	260	—	—	100	215
	6	125	390	—	—	130	270
ПР-20	4	65	235	—	—	—	—
	5	80	315	—	—	—	—
	6	95	445	—	—	—	—
РН-754	4	70	275	70	205	60	162
	5	80	375	86	260	80	220
	6	90	500	102	335	100	305
ПР-25	4	80	315	—	—	85	240
	5	100	405	—	—	100	330
	6	120	520	—	—	120	380
Т-10	4	85	240	90	155	90	180
	5	100	440	120	230	120	300
	6	125	660	150	385	140	400

случаях увеличение скорости бурения высокочастотными молотками по сравнению с ПМ-508, ПР-35 и КЦМ-4 соответствует увеличению ударных мощностей этих машин (табл. 1). При бурении крепких горных пород ($f=14\div 18$) высокочастотные молотки не имеют существенного превосходства перед колонковыми бурильными молотками КЦМ-4, которые обладают меньшей мощностью, но большей энергией отдельного удара.

Отмеченные выше преимущества бурильных молотков с повышенным числом ударов могут быть использованы только в случае эксплуатации машин при оптимальных усилиях подачи. Величина оптимальных усилий подачи для молотков ПМ-508 и

ПР-35 при $p_m = 4 \div 6$ ати составляет 45—75 кг, а для высокочастотных — 70—150 кг. Обеспечить такие усилия подачи при бурении горизонтальных шпуров «с руки» бурильщик не может. Бурение высокочастотными молотками с усилиями подачи, которые может обеспечить один бурильщик без специальных приспособлений (25—35 кг), не дает никакого увеличения скорости бурения по сравнению с молотками ПМ-508 и ПР-35 и в большинстве случаев приводит к худшим результатам (рис. 1). Таким образом, для получения от высокочастотных бурильных молотков наибольшего эффекта их целесообразно эксплуатировать только со специальными подающими приспособлениями (пневмоподдержками и податчиками) обеспечивающими необходимое усилие подачи. Кроме того, с точки зрения гигиены труда, эксплуатация высокочастотных бурильных молотков без подающих устройств недопустима вследствие значительных вибраций.

Бурильный молоток Т-10 имеет в 2—2,5 раза большие скорости бурения по сравнению с ПМ-508 и ПР-35. Но

в силу того, что для получения высоких скоростей бурения его надо подавать на забой с усилием 90—150 кг он не может быть использован как ручной, несмотря на небольшой вес машины. Такие большие усилия подачи не могут быть созданы и при бурении с пневмоподдержки без активного вмешательства бурильщика [2]. Кроме того, при этом не устраняется вредное влияние вибрации на здоровье работающего. Поэтому бурильные молотки Т-10 и им подобные необходимо устанавливать на подающих устройствах, исключающих контакт рабочего с машиной во время бурения.

Высокочастотные бурильные молотки имеют более широкие области рациональных усилий подачи (рис. 3). Поэтому при бурении со специальных подающих устройств они, как и молотки КЦМ-4, нуждаются в сравнительно менее тонкой регулировке усилия подачи. Это является определенным преимуществом высокочастотных молотков перед обычными.

На рис. 3 видно, что области рациональных усилий подачи молотков 7-10 и КЦМ-4 почти совпадают, а средние скорости бу-

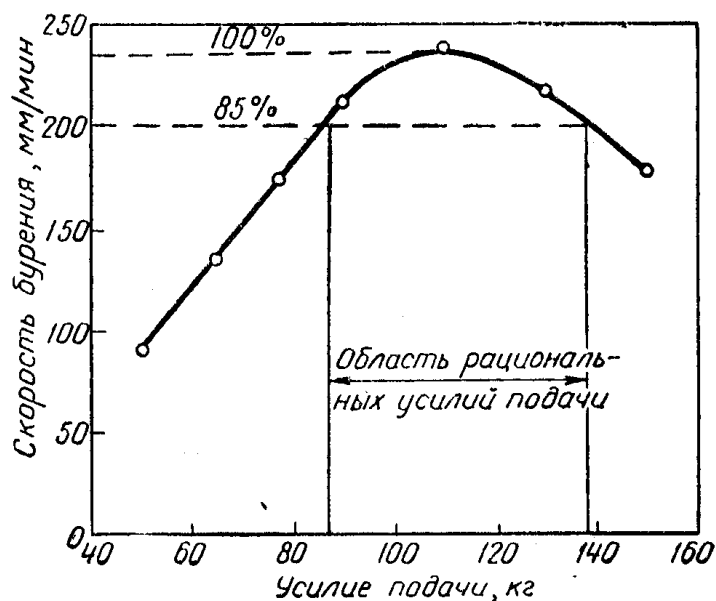


Рис. 2. Определение области рациональных усилий подачи.

рения первых значительно выше. Это дало основание предполагать, что молотки типа Т-10 и RH-754 могут успешно применяться как колонковые при установке их на винтовых податчиках типа КЦМ-4. Для проверки этого предположения были проведены специальные исследования, которые показали, что характер изменения скорости бурения в зависимости от усилия подачи одинаков как при бурении с поршневого, так и с винтового податчика. Но поршневое подающее устройство обеспечивает большие скорости бурения.

Увеличение скорости бурения песчаника с поршневого пневмоподатчика составляло для молотка Т-10 в среднем 33%, а для RH-754 — 17%. Молоток КЦМ-4 при работе с винтовым подат-

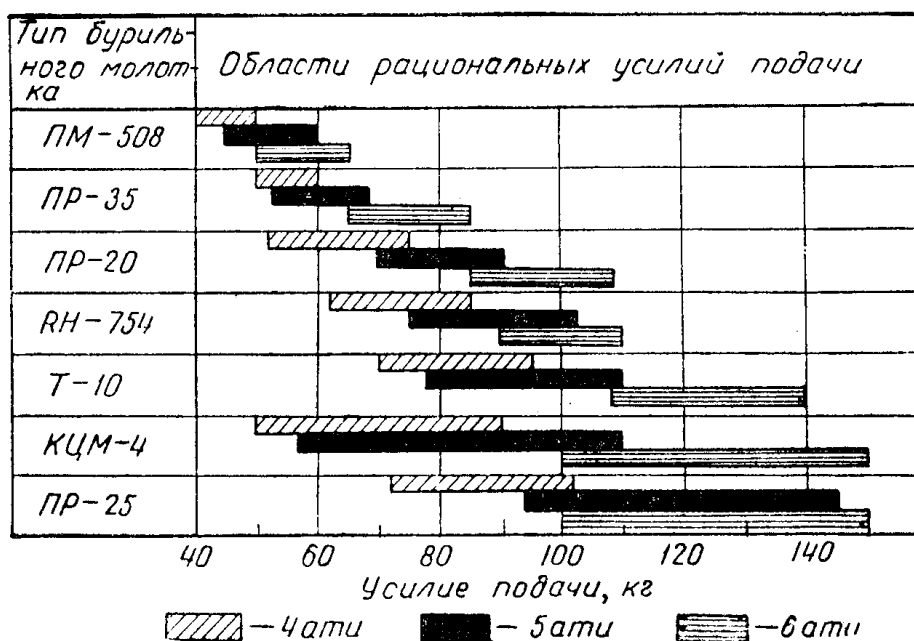


Рис. 3. График областей рациональных усилий подачи при бурении песчаника ($f=6\div 8$) коронкой диаметром 40 мм.

чиком показал меньшую скорость бурения пород средней крепости, чем молотки Т-10 и R-754, работающие с тем же податчиком. Как и высокочастотные молотки, КЦМ-4 обеспечивает большие скорости бурения при работе с поршневым податчиком, чем с винтовым. Это говорит о целесообразности создания и внедрения в практику в первую очередь поршневых податчиков. Такие податчики должны обеспечивать бурение шпура на полную глубину без перестановки бурового инструмента, что значительно снизит время на вспомогательные работы и увеличит производительность буровых работ в целом.

Винтовые податчики в сравнении с поршневыми более компактны и в ряде случаев более удобны в эксплуатации. Поэтому в дальнейшем необходимо провести их подробное исследование с целью подбора таких параметров, при которых они обес-

печивали бы скорости бурения молотков не меньшие, чем поршневые.

Повышение давления воздуха приводит к увеличению скорости бурения, но только при работе молотков на оптимальных режимах (рис. 4). При усилиях подачи, которые может обеспечить бурильщик вручную, работа высокочастотных молотков на повышенном давлении воздуха в большинстве случаев не дает увеличения скорости бурения. Наоборот, за счет большего отхода бурильного молотка назад при большем давлении воздуха ско-

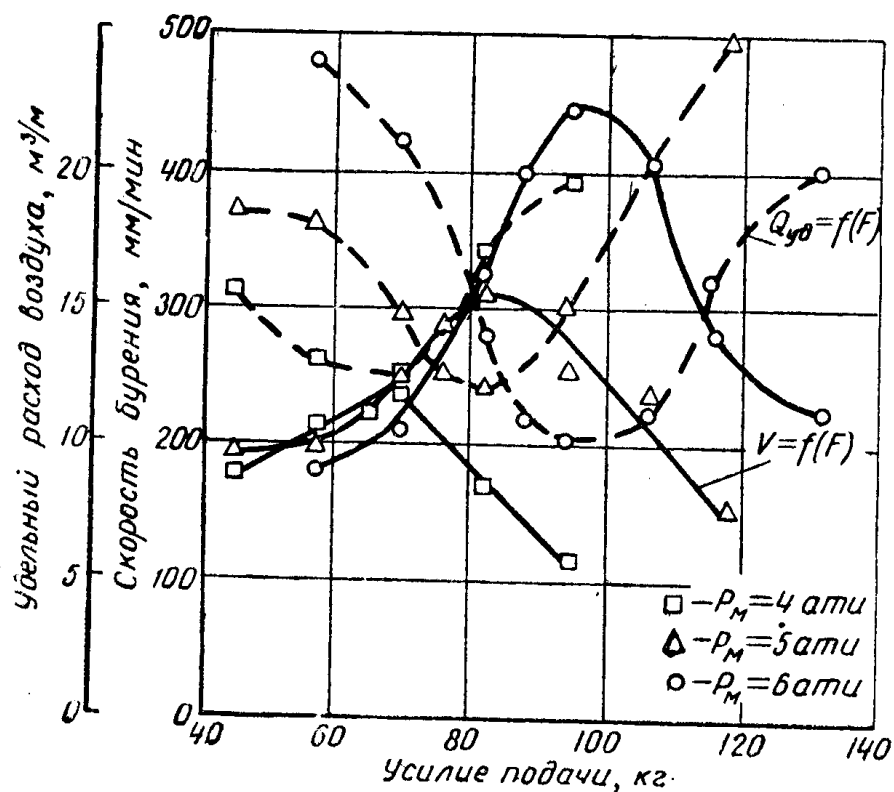


Рис. 4. Зависимость скорости бурения и удельного расхода воздуха от усилия подачи при бурении песчанника ($f=6 \div 8$) молотком ПР-20.

рость бурения уменьшается, а значительная вибрация машины и повышенный расход воздуха (рис. 4) приводит лишь к большей утомляемости рабочих и к удорожанию бурильных работ.

Изменение давления воздуха наиболее заметно сказывается на работе бурильного молотка Т-10, который с повышением давления воздуха от 4 до 6 ати увеличивает скорость бурения в 1,2—2,5 раза. При давлении 4 ати наибольшую скорость бурения дают молотки ПР-25 и РН-754. При давлении 6 ати лучшие показатели имеет бурильный молоток Т-10.

Переход на работу с повышенным давлением воздуха при оптимальных усилиях подачи для всех бурильных молотков характеризуется некоторым уменьшением удельного расхода воздуха, т. е. более экономичной их работой (рис. 5). Это объясняется

тем, что в этих условиях скорость бурения возрастает в большей степени, чем расход воздуха.

Самым экономичным, как это видно из рис. 5, является бурильный молоток Т-10, имеющий беззолотниковую схему воздухораспределения. Хорошие данные по удельному расходу воздуха показали также бурильные молотки ПР-25 и РН-754. Самым неэкономичным оказался бурильный молоток ПМ-508.

Величины усилий подачи, соответствующие максимальным скоростям бурения, возрастают пропорционально увеличению давления воздуха (рис. 6). Значительно меньшее влияние на величину оптимального усилия подачи оказывает крепость горной породы. Ее влияние на оптимальные усилия подачи молотков ПМ-508, ПР-25 и РН-754 не существенно и несколько больше проявляется для молотков Т-10 и КЦМ-4 (табл. 2).

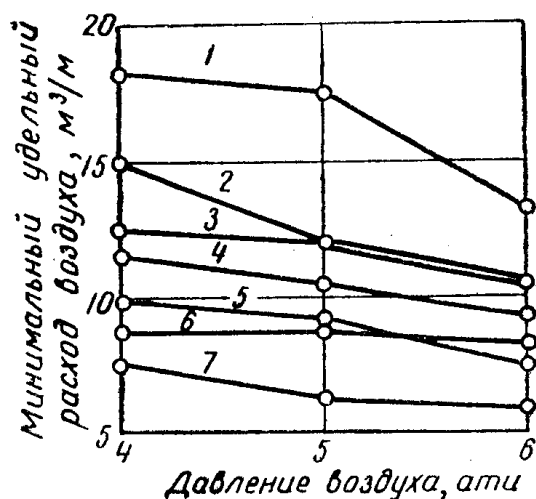


Рис. 5. Зависимость минимального удельного расхода воздуха от его давления:

1 — ПМ-508; 2 — КЦМ-4; 3 — ПР-20; 4 — ПР-35; 5 — РН-754; 6 — ПР-25; 7 — Т-10

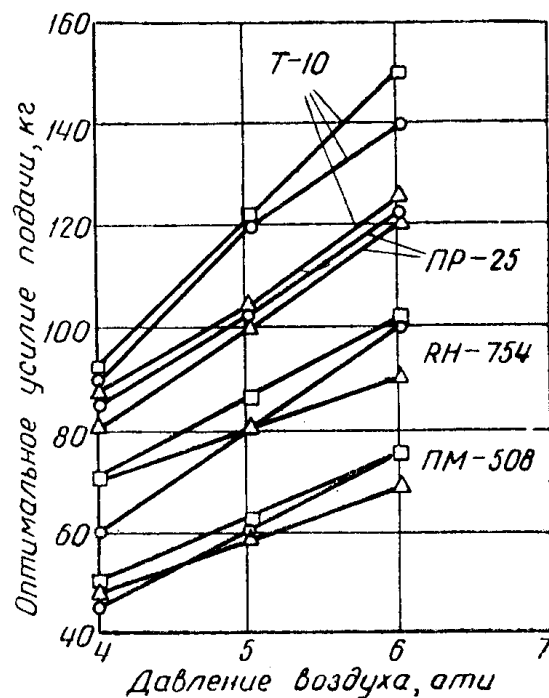


Рис. 6. Зависимость оптимального усилия подачи от давления воздуха:

Δ — песчаник ($f=6 \div 8$); □ — слюдисто-амфиболовый сланец ($f=14 \div 18$); ○ — роговик ($f=18$).

За последние годы в технической печати довольно много внимания уделялось вопросу зависимости скорости бурения от диаметра шпура. В опубликованных теоретических и экспериментальных исследованиях по этому вопросу встречается ряд противоречий [6]. Эти противоречия, по нашему мнению, объясняются тем, что различные исследователи испытывали буровой инструмент при использовании различных бурильных молотков, а последние, в свою очередь, работали при различных усилиях подачи. Единой методики испытания бурового инструмента для бурильных молотков пока не существует.

Учитывая необходимость решения вопроса о зависимости скорости бурения от диаметра буровой коронки, мы провели соот-

ветствующие исследования. Для ручных бурильных молотков (в том числе и высокочастотных) исследовался вопрос об изменении скорости бурения при уменьшении диаметра коронки от 46 до 40 мм, а для колонковых (типа КЦМ-4) — в случае бурения шпуров диаметром от 40 до 80 мм.

В табл. 3 приведены скорости бурения песчаника ($f = 6-8$) однодолотчатыми коронками диаметром 40 и 46 мм, соответствующие оптимальным усилиям подачи.

Таблица 3

Тип бурильного молотка	Диаметр буровой коронки мм	Скорость бурения при различных давлениях воздуха					
		4 атм		5 атм		6 атм	
		мм/мин	%	мм/мин	%	мм/мин	%
ПМ-508	46	160	100	260	100	320	100
	40	240	150	315	121	450	140
РН-754	46	275	100	370	100	500	100
	40	420	153	460	123	550	110
Т-10	46	240	100	440	100	600	100
	40	430	180	550	125	850	141
КЦМ-4	46	225	100	260	100	400	100
	40	268	120	390	150	575	143

Из табл. 3 следует, что с уменьшением диаметра однодолотчатой коронки с 46 до 40 мм скорости бурения увеличиваются на 10—80% в зависимости от типа молотка и давления воздуха. Наибольшее увеличение скорости бурения с уменьшением диаметра коронки наблюдается при давлении воздуха 4 атм.

Исследования бурения шпуров диаметром от 40 до 80 мм молотками типа КЦМ-4 показали, что при оптимальных усилиях подачи скорости бурения различных горных пород в основном изменяются обратно пропорционально квадрату диаметра шпура (рис. 7). Некоторые отклонения от указанной зависимости, видимо, объясняются скачкообразным характером разрушения горной породы и скачкообразным изменением объемной работы разрушения [7].

В условиях карьера исследовалась зависимость скорости бурения от усилия подачи при удалении буровой мелочи из шпура продувкой и промывкой. Исследования показали, что характер изменения скорости бурения, а также абсолютные величины максимальных скоростей бурения и соответствующих им усилий подачи одинаковы как при бурении с продувкой, так и с промывкой. Отсюда можно сделать заключение, что удаление буровой мелочи из шпура промывкой не ухудшает процесса бурения, если бурильная машина работает при оптимальном усилии подачи, а в шпур подается оптимальное количество воды. Оптималь-

ное количество воды зависит от типа бурильной машины и от физико-механических свойств горной породы. Так, например, максимальная скорость бурения песчаника ($f = 6 \div 8$) молотком ПР-25 достигалась при расходе воды на центральную промывку 3 л в минуту. Конструкция молотка обеспечивает этот расход при давлении подводимой воды 1 атм.

Зависимость скорости бурения от усилия подачи при бурении нисходящих шпуров имеет тот же характер, что и при бурении

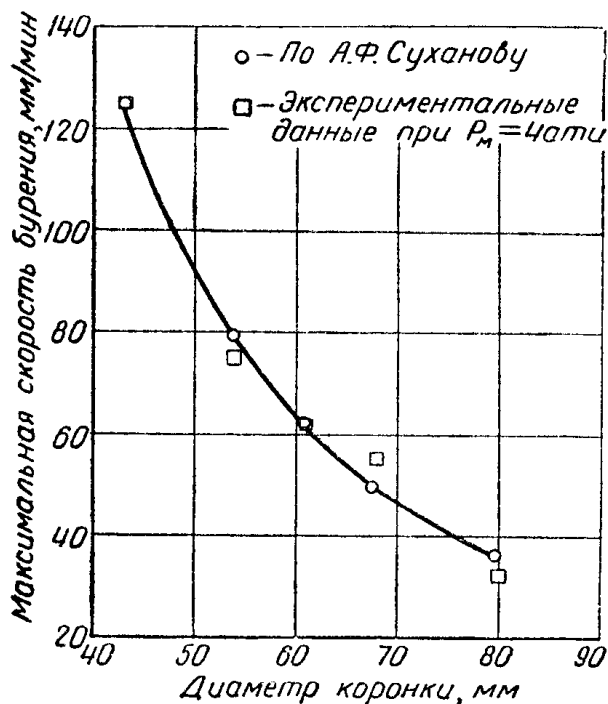


Рис. 7. Зависимость скорости бурения от диаметра коронки.

горизонтальных шпуров. Величина оптимальных усилий подачи как при бурении горизонтальных, так и вертикальных шпуров с учетом веса бурильных машин примерно одинаковы, а скорости бурения нисходящих шпуров в среднем на 26—30% меньше, чем горизонтальных. Это можно объяснить тем, что при бурении вертикальных нисходящих шпуров буровая мелочь хуже удаляется от забоя шпура и большая часть ударной мощности молотка затрачивается на вторичное дробление ее. Таким образом, для обеспечения

высоких скоростей бурения нисходящих шпуров необходимо более интенсивное удаление буровой мелочи.

На основании исследования режимов работы бурильных молотков в лабораторных и производственных условиях можно сделать заключение, что высокочастотные бурильные молотки типа ПР-25, ПР-20, РН-754 и Т-10 при оптимальных усилиях подачи могут обеспечить скорости бурения в 1,5—2,5 раза большие по сравнению с молотками ПР-35 и ПМ-508 и не уступают по скорости бурения колонковым молоткам КЦМ-4. Но, как это было отмечено выше, они не могут применяться как ручные несмотря на их небольшой вес. При эксплуатации эти молотки должны устанавливаться на специальных поддерживающе-подающих приспособлениях. Бурильные молотки типа ПР-20 и РН-754 наиболее целесообразно использовать для бурения с пневмоподдержек, а молотки типа Т-10 для бурения с податчиков, укрепленных на погрузочной машине или буровой тележке при помощи манипуляторов.

Проведенные исследования показали, что эксплуатация как обычных, так и высокочастотных молотков при давлении возду-

ха 5; 6 *ати* будет целесообразна лишь в том случае, если они будут снабжены соответствующими подающими приспособлениями. При создании высокочастотных бурильных молотков для бурения горных пород высокой крепости, например для условий рудников Горной Шории, помимо увеличения частоты ударов до 3000—3500 в минуту, необходимо увеличить энергию каждого удара до 6—7 *кгм* против 3,5—5,0 *кгм* в высокочастотных молотках существующих типов. Для уменьшения времени вспомогательных работ подающие механизмы мощных высокочастотных молотков должны быть длинноходовыми, т. е. иметь величину подачи, равную глубине шпура, и устанавливаться при помощи манипуляторов на погрузочных машинах или буровых тележках.

Скорость бурения, которую могут обеспечивать молотки при работе на оптимальных режимах, еще не полностью характеризует их производительность. Производительность бурильной машины определяется количеством погонных метров шпура, пробуренных в течение смены. Производительность бурильщика в свою очередь зависит от количества обслуживаемых им машин. В связи с этим нами был проведен расчет производительности бурильных молотков с учетом возможных способов установки их в забое. Для сравнения рассмотрены три варианта бурильных работ: бурение с руки, бурение с пневмоподдержек и бурение с длинноходовых податчиков, установленных при помощи манипуляторов на погрузочных машинах. Остальные работы проходческого цикла для всех вариантов приняты одинаковы. Расчеты были выполнены для проведения однопутевого квершлага при помощи буровзрывных работ при следующих условиях: сечения квершлага в свету 4,5 *м*² и в проходке 6,8 *м*²; крепление выработки деревом; шахта, опасная по газу; породы, пересекаемые квершлагом, имеют крепость $f = 6 \div 8$; за каждый цикл бурится 20 шпуров; для шпуров в среднем 1,8 *м*; коэффициент использования шпуров 0,85; в забое одновременно работают две бурильные машины. Все работы проходческого цикла осуществляются комплексной бригадой из 12 человек. Работа ведется в три смены, при непрерывной неделе. Принято, что комплексная норма выполняется на 100%. Стоимость проходческих работ во всех вариантах подсчитана без учета накладных расходов.

При бурении шпуров бурильными молотками с руки организация бурильных работ была принята наиболее распространенная в настоящее время в Кузбассе. Бурение в забое ведется двумя бурильными машинами, которые обслуживают четыре проходчика. При бурении шпуров бурильными молотками с пневмоподдержек (второй вариант) принято, что каждый молоток обслуживает один проходчик. В случае бурения бурильными молотками с длинноходовых податчиков (третий вариант) в забое находятся два бурильных молотка, которые обслуживаются одним рабочим. Результаты технико-экономического расчета приведены в табл. 4.

Наименование показателей	Показатели по проходке квершлаг									
	ОМ-506									
	буре- ние с руки	бурение с пневмопод- держек			бурение с длиннохо- довым податчиком			буре- ние с руки	бур по	
		<i>p=4 ати</i>	<i>p=4 ати</i>	<i>p=5 ати</i>	<i>p=6 ати</i>	<i>p=4 ати</i>	<i>p=5 ати</i>			<i>p=6 ати</i>
Продолжитель- ность проход- ческого цикла, час.	8,55	6,55	6,29	6,04	5,39	5,28	5,10	7,61	6,01	
В том числе буре- ние, час. . . .	3,94	3,83	3,34	2,85	3,04	2,68	2,35	3,00	2,94	
Производитель- ность бурильщи- ка, шпурометров в смену	19,2	43,0	51,5	64,0	112,0	131	157,0	25,8	61,5	
Производитель- ность на 1 бу- рильный моло- ток, шпуроме- тров в смену .	38,4	43,0	51,5	64,0	56,0	65,5	78,5	51,6	61,5	
Производитель- ность проходчи- ка, <i>пог. м</i> в сме- ну	0,36	0,47	0,49	0,51	0,57	0,58	0,59	0,40	0,50	
Скорость проведе- ния квершлага, <i>пог. м</i> в месяц .	129	169	175	182	205	209	212	145	181	
Стоимость прове- дения 1 <i>пог. м</i> квершлага, руб.	254	226	222	217	209	207	205	241	217	
В том числе:										
По заработной плате	103	77,6	73,6	69,9	63,1	62,1	60,6	90,6	70,7	
По расходу коро- нок	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	
По расходу энер- гии	9,65	8,65	8,38	7,68	6,82	6,55	6,01	8,55	7,23	

Таблица 4

при бурении различными бурильными молотками

РН-754					Т-10							
бурение с пневмо- держек		бурение с длиннохо- довым податчиком			буре- ние с руки	бурение с пневмопод- держек			бурение с длиннохо- довым податчиком			
<i>p=5</i> <i>ати</i>	<i>p=6</i> <i>ати</i>	<i>p=4</i> <i>ати</i>	<i>p=5</i> <i>ати</i>	<i>p=6</i> <i>ати</i>	<i>p=4</i> <i>ати</i>	<i>p=4</i> <i>ати</i>	<i>p=5</i> <i>ати</i>	<i>p=6</i> <i>ати</i>	<i>p=4</i> <i>ати</i>	<i>p=5</i> <i>ати</i>	<i>p=6</i> <i>ати</i>	
6,03	5,94	5,22	5,20	5,16	7,81	6,07	5,94	5,77	5,21	5,61	5,11	
2,83	2,65	2,42	2,34	2,22	3,20	2,92	2,65	2,32	2,38	2,22	1,98	
64,5	71,0	151	158	170	24,1	62,0	71,0	87,0	154	170	200	
64,5	71,0	75,5	79,0	85,5	48,2	62,0	71,0	87,0	77,0	85,0	100	
0,51	0,52	0,59	0,59	0,59	0,39	0,50	0,52	0,53	0,59	0,59	0,60	
183	186	211	212	214	141	181	186	191	212	214	216	
217	216	205	205	205	245	218	215	213	206	204	204	
69,8	68,4	60,9	60,6	60,0	93,0	70,4	68,4	65,8	60,6	60,0	59,4	
10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	
7,84	8,40	5,74	6,05	6,41	10,4	8,06	7,40	7,48	6,26	5,82	5,7	

На основе технико-экономического сравнения работы бурильных молотков и способов их установки можно сделать следующие выводы:

1. Наибольшую производительность может иметь бурильная машина, созданная на базе высокочастотного молотка Т-10, установленного на длинноходовом податчике. При этом производительность машины может быть увеличена в 2 раза по сравнению с ручными бурильными молотками ПМ-508 (при работе с руки).

2. На производительность бурильных работ большое влияние оказывает применение более совершенных поддерживающих приспособлений, чем повышение давления воздуха с 4 до 6 *ати*. Эксплуатация высокочастотных молотков с длинноходовыми податчиками позволяет уменьшить время вспомогательных работ и осуществить обслуживание двух бурильных машин одним рабочим. В результате этого увеличивается производительность бурильщика в 7—10 раз по сравнению с бурением вручную молотком ПМ-508.

3. Применение высокочастотных бурильных молотков типа ПР-25 или РН-754, установленных на пневмоподдержках, может сократить продолжительность проходческого цикла по сравнению с обуриванием бурильными молотками типа ПМ-508 вручную на 30%. При бурении молотками типа Т-10 с длинноходового податчика продолжительность проходческого цикла сокращается на 40%. Этот эффект будет более значительным при большей крепости горных пород, большем объеме бурильных работ и более совершенной технике выполнения остальных операций проходческого цикла.

4. Стоимость проведения 1 *пог. м* однопутевого квершлага при применении высокочастотных молотков и соответствующих подающих приспособлений может быть уменьшена на 30—50 руб.

5. Применение высокочастотных бурильных молотков, длинноходовых податчиков и повышение давления воздуха с 4 до 6 *ати* снижает стоимость 1 *пог. м* квершлага по расходу энергии. Причем стоимость квершлага по расходу энергии составляет $\frac{1}{10}$ часть расходов по заработной плате и меньше стоимости бурового инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. О. Д. Алимов, И. Г. Басов, В. Ф. Горбунов: Методика лабораторного исследования влияния усилия подачи на скорость бурения пневматическими бурильными молотками. Известия ТПИ, т. 88, Томск, 1956.
2. О. Д. Алимов. Влияние усилия подачи на скорость бурения пневматическими бурильными молотками. Известия ТПИ, т. 75, Томск, 1954.
3. О. Д. Алимов, И. Г. Басов. Рациональные усилия подачи бурильного молотка ПМ-508 при бурении горных пород различной крепости. Известия ТПИ, т. 88, Томск, 1956.

4. О. Д. А л и м о в, В. Ф. Г о р б у н о в. Некоторые результаты исследования пневматического бурильного молотка ОМ-506. Известия ТПИ, т. 88, Томск, 1956.
 5. А. Ф. С у х а н о в. Буримость и взрываемость горных пород. Гостоптехиздат, 1940.
 6. О целесообразности применения шпуров увеличенного диаметра. Горный журнал, № 6, 1956.
 7. О. Д. А л и м о в. О механизме разрушения горных пород при ударно-вращательном бурении бурильными молотками. Известия ТПИ, т. 75, Томск, 1954.
-

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть	По вине
13	1 сн.	7-10	T-10	Корр.
14	13 сн.	R-754	RH-754	»
28	1 сн.	$A_y = \frac{mV_6^2}{2}$	$A_y = \frac{mV_y^2}{2}$	Авт.
34	18—20 сн.		2 — диаграмма колебаний корпуса молотка; 3—диаграмма углового перемещения бура; 4—диаграмма давления воздуха в задней полости цилиндра молотка; 5 — диаграмма давления в передней полости;	Авт.
35	1 сн.	Scerving Stienze	Serving Science	Ред.
46	14 сн.	изменения	изменении	Тип.
90—91	Рис. 7 и 8	поменять местами, сохранив на месте подрисовочные подписи		Авт.
97	10 сн.	бурильного молотка	автоподатчика	»
107	2—3 сн.	остановки	остановкой	»
156	2 св.	поверхностей	поверхностной	Корр.
166	14 сн.	разбуренным	пробуренным	Авт.
179	9 св.	кинетическую	кинематическую	Корр.
189	5 св.	(59—200 мм)	(50—200 мм)	»
192	10 сн.	расширится	расширителя	Тип.
197	1 св.	кинетики	кинематики	Корр.
198	3—6 св.	Строку пятую читать после второй строки	Строку пятую читать после второй строки	Тип.
199	14 сн.	кинетики	кинематики	Авт.
212	12 св.	Л. Б. Левенмон	Л. Б. Левенсон	Авт.
219	3 сн.	$A = a + h . . . + h .$	$A = a + h . . . + h . (16)$	Корр.
223	3 св.	$- \left(30 \frac{\omega}{\omega_0} \right)^2 + 5$	$- 30 \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^2 + 5$	Тип.
224	19—20 св.	увеличилась	увеличивалась	Корр.
229	10 св.	АОФ4-2	АОФ42-2	Авт.
243	11 св.	1, 15	1, 5	Корр.