

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЧАСТОТЫ УДАРОВ РУЧНЫХ БУРИЛЬНЫХ МОЛОТКОВ

*В. Ф. Горбунов*

Исследования режимов работы и рабочего процесса современных бурильных молотков, проведенные кафедрой горных машин и рудничного транспорта Томского политехнического института [1—5], показали, что повышение мощности бурильных молотков происходит в основном за счет увеличения числа ударов. Энергия удара всех испытанных молотков при давлении воздуха до 6 *ати* не выходит за пределы 6 *кзм*.

Повышение частоты ударов достигается за счет следующих конструктивных особенностей бурильных молотков: увеличения диаметра цилиндра; сокращение длины хода поршня; уменьшения веса поршня, приходящегося на единицу площади поперечного сечения цилиндра, и сокращения времени обратного хода поршня. Рассмотрим влияние этих факторов на число ударов бурильных молотков.

### Увеличение диаметра цилиндра

Для исследованных высокочастотных бурильных молотков диаметр цилиндра лежит в пределах 75—100 *мм*. При этом полезная площадь поперечного сечения цилиндра составляет 42—70 *см<sup>2</sup>* (табл. 1).

Таблица 1

Тип молотка	Диаметр цилиндра, <i>мм</i>	Полезная площадь сечения задней полости цилиндра, <i>см<sup>2</sup></i>	Вес поршня, <i>кг</i>	Удельный вес поршня, <i>кг/см<sup>2</sup></i>
ПМ-508	63,5	28,3	1,9	67
ПР-20	76	42,5	1,65	39
BGM	75	44	2,05	47
BJ-20	80	50	1,83	37
RH-754	75	43	1,6	37
ПР-25л	85	56	2,2	39
T-10	100	67	2,4	36
T-10с	100	69	2,57	37

Экспериментальные данные [3—5] показывают, что бурильные молотки с увеличенным диаметром цилиндра обладают большей ударной мощностью, чем молотки с малым диаметром цилиндра. Увеличение площади цилиндра при одинаковом среднем давлении воздуха приводит к повышению движущих поршень сил.

Если вес поршня не изменяется, то с увеличением площади цилиндра уменьшится удельный вес поршня, приходящийся на единицу площади. Поршень движется с большим ускорением и приобретает необходимую скорость на сравнительно коротком участке пути (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Тип молотка	Давление воздуха, <i>ати</i>	Удельный вес поршня, <i>г/см<sup>2</sup></i>	Длина хода поршня, <i>мм</i>	Скорость поршня в конце хода, <i>м/сек</i>	Энергия удара, <i>кгм</i>	Число ударов в минуту
ИМ-508	4	67	53	5,1	2,5	1430
	5		52	6,0	3,5	1540
	6		53	6,8	4,5	1670
ПР-20	4	39	40	6,1	3,1	2300
	5		41	7,2	4,4	2460
	6		42	8,2	5,6	2580
ВГМ	4	47	19	3,9	1,6	2550
	5		22	4,7	2,3	2660
	6		24	5,6	3,3	2800
ВJ-20	4	37	27	6,1	3,5	2100
	5		31	6,9	4,5	2250
	6		35	7,9	5,9	2350
RH-754	4	37	32	6,2	3,1	2400
	5		34	7,1	4,1	2600
	6		37	8,1	5,3	2800
ИР-25л	4	39	32	5,3	3,2	2400
	5		32	6,2	4,3	2600
	6		34	7,2	5,9	2800
Т-10	4	36	29	4,9	2,9	2950
	5		31	5,7	4,0	3200
	6		33	6,3	4,8	3450
Т-10с	4	37	23	4,8	3,0	3200
	5		25	5,6	4,1	3400
	6		27	6,4	5,4	3600

В связи с увеличением ускорения при рабочем ходе поршня и сокращением пути время рабочего хода резко сокращается. Од-

повременно с этим уменьшается время обратного хода поршня, и, следовательно, растет число ударов.

В исследованных конструкциях бурильных молотков с клапаным и золотниковым воздухораспределением путем увеличения диаметра цилиндра повышено число ударов с 1400—1700 в минуту у молотка ПМ-508 и до 2600—2800 у молотков РН-754, ПР-20, ПР-25л. При этом энергия удара указанных молотков при сравнительно коротком ходе поршня даже увеличилась по сравнению с энергией удара молотка ПМ-508 (табл. 2). Беззолотниковые бурильные молотки Т-10 и Т-10с имеют еще большую частоту ударов при одинаковом по сравнению с молотками РН-754, ВЛ-20 и другими удельном весе поршня (табл. 2). На этом явлении мы более подробно остановимся ниже.

Следует отметить, что увеличение диаметра цилиндра бурильных молотков (и площади сечения цилиндра) одновременно с положительными факторами приводит к некоторым техническим осложнениям обслуживания этих машин. Получение большой ударной мощности высокочастотных молотков возможно лишь при создании соответствующего усилия подачи [3, 5], что может быть обеспечено только при применении достаточно совершенных подающих механизмов. Отсутствие таковых может свести на нет все преимущества бурильных молотков с большим диаметром цилиндра.

### Сокращение длины хода поршня

При увеличении полезной площади поперечного сечения цилиндра, как мы указывали выше, возможно сократить длину хода поршня без уменьшения энергии удара. Во всех высокочастотных молотках, за исключением молотка ВГМ, это положение отражает суть конструктивного их усовершенствования. Ход поршня высокочастотных молотков находится в пределах 19—42 мм (табл. 2). Отношение хода поршня к диаметру цилиндра составляет для большинства высокочастотных молотков 0,35—0,45, а у молотков ВГМ и Т-10с даже 0,28—0,32. Если для молотка Т-10с указанное сокращение хода поршня при большем в сравнении со всеми молотками поперечном сечении цилиндра не снижает энергии удара и ударной мощности, то этого нельзя сказать о молотке ВГМ. Снижение длины хода поршня до 19—24 мм при сравнительно небольшой площади сечения цилиндра молотка ВГМ приводит к увеличению частоты ударов (табл. 2), однако ударная мощность этого молотка невелика ввиду малой энергии удара.

Таким образом, укорочение хода поршня бурильного молотка с точки зрения увеличения его ударной мощности целесообразно производить до определенных значений, рассчитанных исходя из условия сохранения энергии удара на уровне 4—6 кэм.

## Уменьшение веса поршня

Вес поршня бурильного молотка не оказывает влияния на величину энергии удара, поскольку последняя определяется действующим на поршень усилием и длиной его пути. Однако к. п. д. передачи энергии от поршня буру зависит от соотношения их весов, поэтому при создании бурильных молотков вес поршня не должен быть слишком малым. Практически вес поршня ручных бурильных молотков средней и тяжелой весовых категорий находится в пределах 1,6—2,5 кг (табл. 1). При проведении экспериментальных исследований нами не было замечено сколько-нибудь существенного колебания производительности молотка в зависимости от веса поршня. Более существенное влияние на ударную мощность, а следовательно, и производительность бурильного молотка оказывает отношение веса поршня к полезной площади поперечного сечения цилиндра — удельный вес поршня (табл. 1, 2). Снижение удельного веса поршня при прочих равных условиях ведет к повышению частоты ударов, а следовательно, и ударной мощности. Как видно по данным табл. 1—2, высокочастотные молотки, кроме молотка ВГМ, имеют удельный вес поршня в пределах 36—40 г/см<sup>2</sup>, несмотря на значительное колебание общего веса поршня (от 1,6 до 2,57 кг). Для молотка ВГМ поршень весом 2,05 кг явно тяжел, снижая его до 1,7—1,8 кг и сохраняя неизменной длину хода, можно значительно улучшить техническую характеристику молотка ВГМ.

## Сокращение длительности обратного хода поршня

Экспериментальные исследования [3—5] показывают, что длительность обратного хода поршня существенно больше времени прямого хода. При определении частоты ударов бурильного молотка необходимо учитывать как время прямого, так и обратного хода поршня. Исследование бурильных молотков ВJ-20, РН-754 и Т-10 показало, что при равном соотношении ходов поршня и их удельных весов частота ударов указанных молотков отличается на 25—40%, или на 600—1000 уд/мин. Давление же воздуха в цилиндре молотков при рабочем ходе различается не более, чем на 10% (при оптимальных режимах работы и одинаковом давлении в сети). Поэтому большую разницу в частоте ударов можно отнести за счет обратного хода поршня. При давлении воздуха 5 *ати* отношение продолжительности обратного хода к времени прямого хода составляет для молотков Т-10, РН-754 и ВJ-20 соответственно 1,2; 1,65 и 2,1 (рис. 1, табл. 3).

В соответствии с этим число ударов молотков (рис. 2), соответствующее оптимальным усилиям подачи, изменяется от 3200 уд/мин у молотка Т-10 до 2250 уд/мин у молотка ВJ-20. Следовательно, сокращение отношения  $t_x : t_p$  у молотка Т-10 дало возможность увеличить число ударов на 25% по сравнению с РН-754 и на 40% по сравнению с молотком ВJ-20.

Таблица 3

Тип молотка	Ход поршня, м	Время цикла, м сек	Время рабочего хода, м сек	Время холостого хода, м сек	Отношение $t_x : t_p$
VJ-20	32	26,6	8,6	18,0	2,1
RH-754	33	23,1	8,6	14,5	1,7
T-10	31	18,7	8,3	10,4	1,25

Большая продолжительность обратного хода поршня молотка VJ-20 объясняется несовершенством его воздухораспределительного устройства. Передняя полость цилиндра слабо наполняется сжатым воздухом вследствие инерционности шарикового распределения и малых проходных сечений каналов. К этому еще добавляется ранний выхлоп воздуха в атмосферу. В молотке RH-754 указанные недостатки не имеют места, наполнение передней полости сжатым воздухом достаточно высокое [6], поэтому продолжительность обратного хода поршня несколько меньше, чем у молотка VJ-20, и составляет при оптимальных усилиях подачи  $t_x = (1,6—1,7) t_p$ .

Изменение принципа действия поворотного механизма путем осуществления поворота бура при рабочем ходе поршня позволило в молотке T-10 существенно сократить время обратного хода. Причем необходимо отметить, что при этом продолжительность рабочего хода поршня не увеличилась (табл. 3). Таким образом, осуществление поворота бура во время рабочего хода поршня позволило в молотке T-10 в сравнении с молотком RH-754 увеличить число ударов на 25%. В соответствии с увеличением числа ударов повысилась и ударная мощность молотка.

В современной литературе появляются предложения об увеличении числа ударов бурильных молотков свыше 3500 в минуту. Одни исследователи [7] предлагают создавать двухпоршневые молотки, в которых удары по буру производит поочередно каждый из поршней. Данные рекомендации едва ли применимы для ручных бурильных молотков, ввиду сложности изготовления подобных конструкций молотков небольшого веса. Для ручных бурильных молотков, на наш взгляд, более приемлем принцип по-

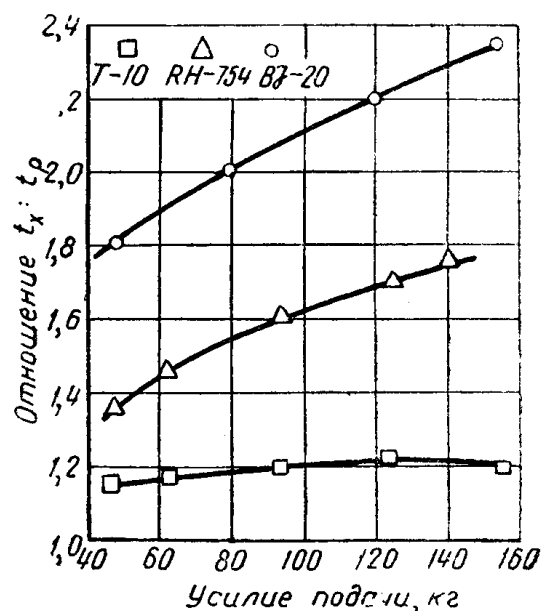


Рис. 1. Влияние усилия подачи на отношение времени обратного хода поршня к времени прямого хода.

вышения числа ударов, разработанный сотрудниками Сибирского отделения АН СССР [6]. В предлагаемой ими схеме пневматического молотка также имеется два поршня одинакового веса, движущиеся в противофазе, но удар по буру производит только один из них. Второй поршень служит для аккумуляции кинетической энергии и передачи ее первому в момент их соударения. Частота ударов молотка, по мнению авторов, повысится примерно в 1,5 раза по сравнению с однопоршневым молотком при про-

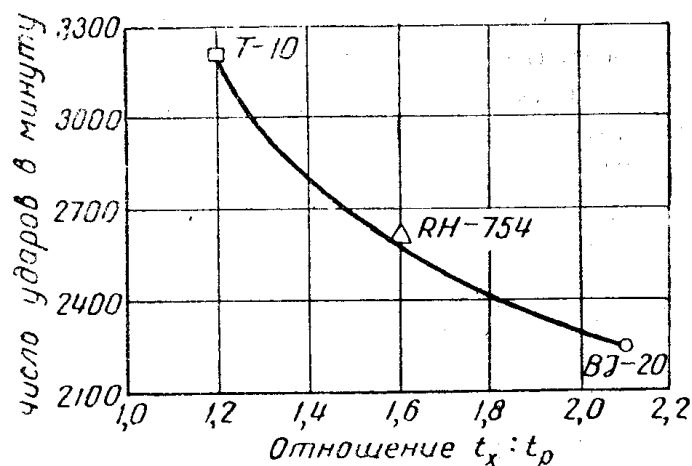


Рис. 2. Влияние отношения  $t_x : t_p$  на число ударов буровых молотков.

чих равных условиях (давление сжатого воздуха, площадь поршня, масса поршня, энергия удара).

Жизнеспособность предлагаемых конструкций может быть решена только путем тщательного исследования опытных образцов.

В существующих же в настоящее время ручных буровых молотках осуществлены только рассмотренные нами выше четыре способа увеличения частоты ударов, позволившие в совокупности довести число ударов молотка Т-10с до 3600—3700 в минуту при давлении воздуха 6 *ати*.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. О. Д. Алимов, И. Г. Басов, П. А. Самойлов. О целесообразности применения высокочастотных буровых молотков. Колыма, № 9, 1957.
2. О. Д. Алимов, И. Г. Басов, П. А. Самойлов. Некоторые результаты исследования режимов работы пневматических буровых молотков. Известия ТПИ, т. 106, Металлургиздат, 1958.
3. О. Д. Алимов, В. Ф. Горбунов. Исследование рабочего процесса высокочастотного бурового молотка с беззолотниковым воздухомраспределением. Известия ТПИ, т. 106, Металлургиздат, 1958.
4. О. Д. Алимов, В. Ф. Горбунов. Некоторые результаты исследования пневматического бурового молотка ОМ-506. Известия ТПИ, т. 88, Томск, 1956.
5. В. Ф. Горбунов. Исследование внутреннего процесса буровых молотков с мотыльковым клапаном. Статья в данном сборнике.
6. Б. В. Суднишников, Н. Н. Есин. Новый принцип повышения частоты ударов пневматических молотков. Известия Сибирского отделения АН СССР, № 7, 1958.
7. А. К. Сидоренко. Перспективы развития перфораторного бурения глубоких скважин в крепких горных породах. Горный журнал, № 4, 1957.