

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ВЫСОКОЧАСТОТНОГО БУРИЛЬНОГО МОЛОТКА С БЕЗЗОЛОТНИКОВЫМ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ

О. Д. Алимов, В. Ф. Горбунов

В последние годы горная промышленность получила для эксплуатации новые бурильные молотки, имеющие повышенную частоту ударов.

Для получения объективных данных о преимуществах высокочастотных молотков перед обычными были проведены сравнительные испытания бурильных молотков различных конструкций [1]. В результате испытаний выяснилось, что из высокочастотных бурильных молотков иностранных фирм наибольшую скорость бурения может обеспечить бурильный молоток Т-10. Этот же молоток и наиболее экономичен по расходу воздуха. В отличие от других конструкций молоток Т-10—беззолотниковый, т. е. не имеет отдельного золотникового механизма для распределения воздуха.

В конструкции молотка имеются и другие оригинальные устройства, которые в какой-то мере оказывают влияние на качество работы молотка. В результате проведенных испытаний возник и ряд других вопросов, разрешение которых оказалось невозможным без исследования кинематики и динамики процессов, происходящих в пневматических бурильных молотках. В данной работе освещаются результаты исследования рабочего процесса бурильного молотка Т-10.

Молоток Т-10 предназначен для бурения горизонтальных и слабо наклонных шпуров с пневмоподдержкой, а также для бурения вертикальных шпуров с применением специального приспособления, входящего в комплект машины. Для питания телескопного подающего цилиндра сжатым воздухом в хвостовой части молотка имеется специальный канал 17 (рис. 1). Корпус молотка (рис. 1) состоит из четырех основных частей: чугунового цилиндра 1, алюминиевого корпуса пускового и воздухораспределительного устройств 2, стальной обоймы поворотной муфты 3 и стальной задней крышки 4. В местах соединения трущихся частей установлены бронзовые втулки 12. Ударный узел молотка выполнен очень тщательно, поршень отполирован. Конструкция поршня-ударника несколько необычна. Поршень

имеет большой диаметр (100 мм) и малую высоту (17 мм). Шток 5 поршня имеет прямые шлицы для передачи вращения поворотной втулке 6, а хвостовик поршня — левую геликоидальную нарезку с шагом 900 мм и выточки для распределения воздуха. При работе молотка поршень центрируется в цилиндре за счет штока и буртиков хвостовика.

В отличие от существующей стандартной схемы работы поворотных устройств поворот бура осуществляется при переднем (рабочем) ходе поршня. Механизм поворота состоит из биметаллической храповой буксы 10, внутренняя часть которой выполнена из бронзы, — а наружная — стальная, храповых собачек 11, левой геликоидальной нарезки с шагом 900 мм на хвостовике поршня и поворотной муфты 6, выполненной из быстрорежущей стали. Шток поршня соединяется с поворотной муфтой с помощью бронзовой шлицевой втулки 19. Размеры хвостовика бура 22×108 мм. Воздухораспределение молотка Т-10 осуществляется за счет соединения воздухораспределительных каналов выточками 7 и 8 в хвостовике поршня (рис. 2, а).

Рассмотрим принцип действия молотка Т-10. Для этого построим график движения поршня за цикл и отметим на этом графике наиболее характерные положения поршня в цилиндре молотка.

Рабочий ход поршня (ход вперед)

Положение 1 — крайнее заднее положение поршня, возможное при пуске молотка в работу (точка 1 на теоретической диаграмме хода поршня, рис. 2, б). В этом случае сжатый воздух из сети поступает в заднюю полость цилиндра молотка. Передняя полость цилиндра соединена с атмосферой. За счет разности давлений в задней и передней полостях цилиндра поршень движется вперед.

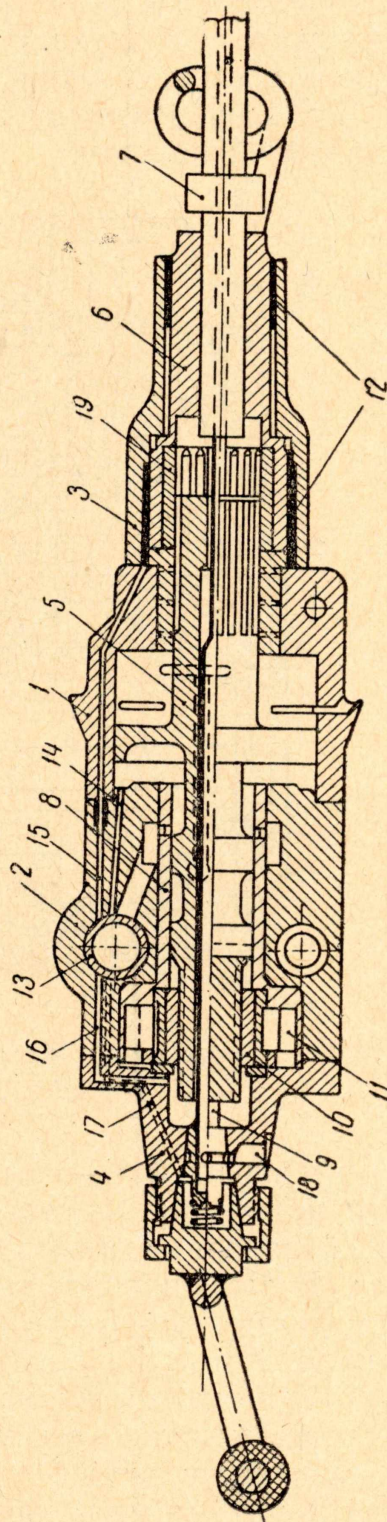


Рис. 1. Бурильный молоток Т-10 фирмы «Тампелла».

Положение 2 — начало перекрытия канала 1 буртиком 6. С этого положения начинается уменьшение сечения впускного окна (точка 2).

Положение 3 — буртик 6 закрыл канал 1, прекратилась подача сжатого воздуха в заднюю полость цилиндра (точка 3). Передняя кромка поршня начинает перекрывать выхлопное окно. Поршень движется за счет расширения воздуха, отсеченного в задней полости.

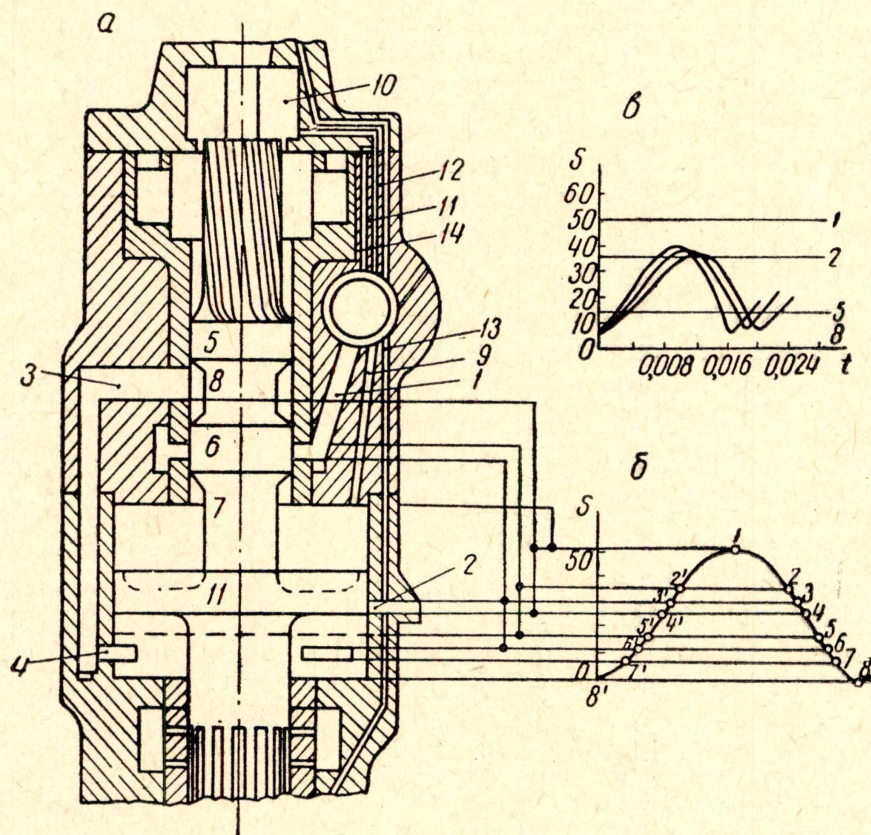


Рис. 2. Схема воздухораспределения молотка с теоретической и рабочими диаграммами хода поршня.

Положение 4 — выхлопное окно 2 закрыто поршнем 11. В этом положении (точка 4) прекращается выхлоп воздуха из передней полости в атмосферу и начинается сжатие оставшегося объема. В задней полости продолжается расширение воздуха.

Положение 5 — выточка хвостовика поршня 8 соединяет каналы 1 и 3. При рабочем ходе поршня в этом положении начинается подача воздуха в переднюю полость цилиндра (точка 5) через канал 1, выточку 8, канал 3, окно 4. Вследствие этого давление в задней и передней полостях начинает выравниваться. В этот момент наиболее целесообразно осуществить соударение штока поршня и хвостовика бура. В молотке Т-10 это происходит, если длина хвостовика 108 мм полностью введена в отверстие поворотной втулки. При отсутствии соударения штока с буром поршень продолжает движение вперед.

Положение 6 — задняя кромка поршня 11 находится на уровне задней кромки выхлопного окна 2. Начинается выхлоп сжатого воздуха из задней полости цилиндра (точка 6). Передняя кромка головки поршня начинает перекрывать окно 4, уменьшая его сечение и подачу воздуха в переднюю полость.

Положение 7 — поршень 11 перекрывает окно 4, буртик хвостовика поршня 5 перекрывает канал 3. Доступ воздуха из сети в переднюю полость прекращается (точка 7). Воздух, заключенный в оставшемся объеме передней полости, начинает играть роль воздушного буфера, поглощающего кинетическую энергию поршня.

Положение 8 — крайнее переднее положение поршня в цилиндре молотка (точка 8), возможное при пуске молотка в работу. Сжатый воздух имеет возможность поступать в переднюю полость цилиндра только через канал 13 и смазочные каналы, что, по нашему мнению, обеспечивает вывод поршня из переднего «мертвого» положения.

Обратный ход поршня

При обратном ходе поршень в положении 7 открывает доступ воздуха из сети по каналу 3, через окно 4 в переднюю полость цилиндра (точка 7'). С этого момента начинается увеличение сечения впускного окна 4 и перекрытие выхлопного окна 2. При дальнейшем движении назад поршень полностью перекрывает выхлопное окно 2 (точка 6'), в результате чего прекращается выхлоп воздуха из задней полости цилиндра.

В положении 5 поршень буртика 6 перекрывает впускное окно 1 (точка 5'). Прекращается подача воздуха в переднюю полость цилиндра и дальнейшее движение поршня совершается за счет избыточного давления сжатого воздуха в передней полости. В задней полости молотка в этот момент происходит процесс сжатия.

В положении 4 осуществляется выхлоп воздуха из передней полости в атмосферу через окно 2 (точка 4'). Дальнейшее движение поршня происходит лишь за счет оставшейся у него кинетической энергии. Степень сжатия воздуха в задней полости продолжает увеличиваться.

В положении 3 задняя полость цилиндра через выточку 7 в хвостовике поршня соединяется с сетью сжатого воздуха (точка 3'). С этого момента движение поршня назад резко замедляется.

В положении 2 полностью открывается выхлопное окно 2 (точка 2'). Положение 1 при работе молотка невозможно.

Теоретически возможная (конструктивная) величина хода поршня молотка Т-10 составляет 51 мм. При этом впуск воздуха в заднюю полость молотка при рабочем ходе может осуществ-

ляться максимум на длине хода поршня, равном 20 мм. Практически, за счет наличия определенного объема воздуха в задней полости цилиндра, длина хода наполнения будет меньше и может быть определена опытным путем. При обратном ходе впуск сжатого воздуха в переднюю полость может осуществляться на длине до 10 мм, а практически ограничивается точкой соударения поршня с буром и положением 5 (рис. 2, в).

Конструкция воздухораспределения молотка Т-10 в отличие от других схем не допускает прямого прохода воздуха из сети в атмосферу через впускные окна и цилиндр. Сообщение поршню кинетической энергии осуществляется как за счет подачи воздуха из сети в полости цилиндра, так и за счет расширения отсеченного воздуха. Очевидно, воздухораспределение молотка Т-10 должно быть очень экономичным в работе.

Пусковое устройство молотка Т-10 состоит из крана 13 (рис. 1) с рукояткой и фиксатором ее положений. Кран может быть установлен в восьми положениях, из которых основными являются:

1) молоток выключен, открыт лишь один канал 13 (рис. 2) для подачи воздуха в смазочный карман и вывода поршня из переднего «мертвого» положения;

2) забуривание или работа при неполной мощности молотка; на неполное сечение открыт канал 1 для подачи воздуха к распределительному устройству, канал 9 подает воздух в заднюю полость цилиндра для вывода поршня из заднего «мертвого» положения, канал 12 подает воздух к телескопическому устройству;

3) нормальное рабочее положение; открыты каналы 1, 12, 13 и канал 14, подающий воздух в хвостовую полость 10 для продувки шпура;

4) работа на неполную мощность с интенсивной продувкой шпура сжатым воздухом; открыты каналы 1 (на неполное сечение) 12, 13 и 14.

Молоток Т-10 может работать с продувкой и с промывкой при подаче воды или воздуха отдельным шлангом. В этом случае в отверстие 18 (рис. 1) ввинчивается штуцер, через который вода или воздух поступает в центральную трубку 9 и далее в отверстие бура. При работе с промывкой заднюю крышку 4 рекомендуется ставить, согласно отметкам «vesi», а при продувке — «ilma».

В случае работы молотка с продувкой только от основного шланга рекомендуется центральную трубку удалять из молотка. При этом уменьшается сопротивление движению воздуха через осевое отверстие поршня.

Рассмотрев конструкцию и принцип работы молотка Т-10, можно отметить следующие основные его особенности:

1) молоток может быть применен как ручной, так и телескопный;

2) конструкция воздухораспределения основана на беззолотниковом распределении воздуха с отсечкой сжатого воздуха как при прямом, так и при обратном ходе поршня;

3) поворотный механизм молотка обеспечивает поворот бура во время прямого (рабочего) хода поршня;

4) в конструкции широко применены сплавы цветных и черных металлов, в том числе легкие сплавы для деталей корпуса молотка.

Результаты исследования рабочего процесса

Исследование рабочего процесса молотка Т-10 проведено в лаборатории кафедры горных машин и рудничного транспорта ТПИ. В качестве установочного приспособления использован стенд для исследования влияния усилия подачи на скорость бурения [3] с применением дополнительно регистрирующих приборов. Исследование велось при бурении горной породы кре-

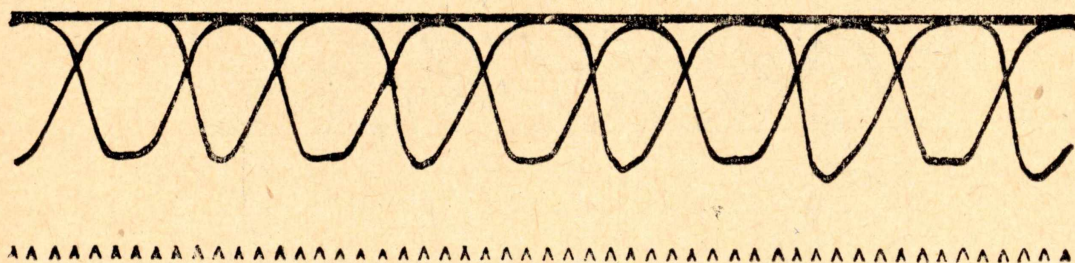


Рис. 3. Осциллограмма давления.

постью $f = 14 \div 18$ по шкале проф. М. М. Протодьяконова по методике, описанной в данном сборнике [2]. В процессе исследования были записаны диаграммы хода поршня, отдачи, давления в передней и задней полостях цилиндра, а также диаграмма угловых перемещений бура. При анализе диаграмм рабочего процесса определялись следующие параметры молотка: скорость бурения, число ударов, величина хода поршня, энергия удара, ударная мощность, давление воздуха в различных полостях молотка при различных положениях поршня в цилиндре, скорость движения поршня в характерных точках, угол поворота бура за удар, в течение цикла и др. Диаграммы рабочего процесса записывались при различных режимах работы молотка, т. е. при холостом ходе и при бурении с различными усилиями подачи.

Изменение давления воздуха в полостях молотка при работе на оптимальных режимах показано на рис. 3. Максимальное значение давления воздуха в задней полости молотка зависит от давления в сети и не зависит от усилия подачи. При давлении сжатого воздуха в сети 6 *ати* максимальное давление в задней полости равно 4,0—4,3 *ати*, или 67—72% от давления в сети. Примерно такое же соотношение давлений сохраняется при работе молотка на 4 и 5 *ати*. При этом максимальное дав-

ление в задней полости составляет соответственно 2,7—2,9 *ати* и 3,4—3,6 *ати*. В общем случае для данных условий эксперимента можно приближенно принять

$$p_{1 \max} = 0,7p_0 \text{ ати,}$$

где p_0 — давление сжатого воздуха в сети, *ати*.

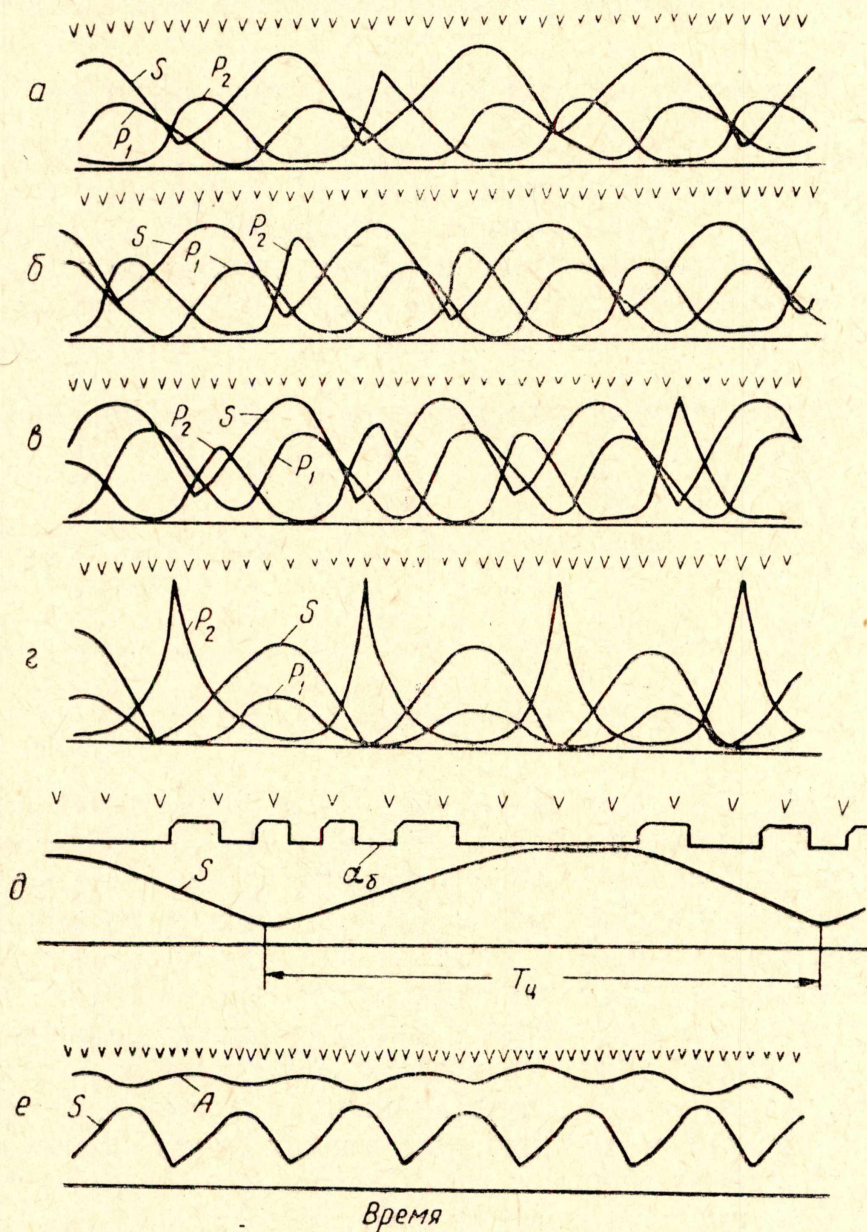


Рис. 4. Осциллограммы рабочего процесса:

a — при давлении воздуха 4 *ати*; *б* — при давлении воздуха 5 *ати*; *в* — при давлении воздуха 6 *ати*; *г* — холостая работа при 4 *ати*; *д* — диаграмма хода поршня и угловых перемещений бура при 4 *ати* и оптимальном усилии подачи; *е* — диаграмма хода поршня и колебаний корпуса молотка при оптимальном усилии подачи.

Падение давления в подводящем шланге составляет 0,2—0,4 *ати* для давления воздуха 4—6 *ати*, т. е. всего 5—7%. Разность величин $p_{1 \max}$ и p_0 , по нашему мнению, объясняется недостаточным наполнением задней полости молотка вследствие

кратковременности впуска и большого диаметра цилиндра, что характерно для данной схемы.

На рис. 4, а, б, в приведены диаграммы давлений в полостях молотка при оптимальных режимах бурения. Максимальные значения давлений p_1 и p_2 примерно равны, но по площади импульса явно различны. При уменьшении усилия подачи появляются циклы холостого хода, когда максимальное давление в передней полости резко возрастает (рис. 4, г). При давлении в сети 4, 5 и 6 ати и холостой работе молотка максимальное давление в передней полости соответственно равно 10; 12,5 и 15 ати.

Величина хода поршня молотка Т-10 при бурении роговика с различными усилиями подачи, но при одном и том же давлении воздуха в сети несколько изменяется (рис. 5). Уменьшение

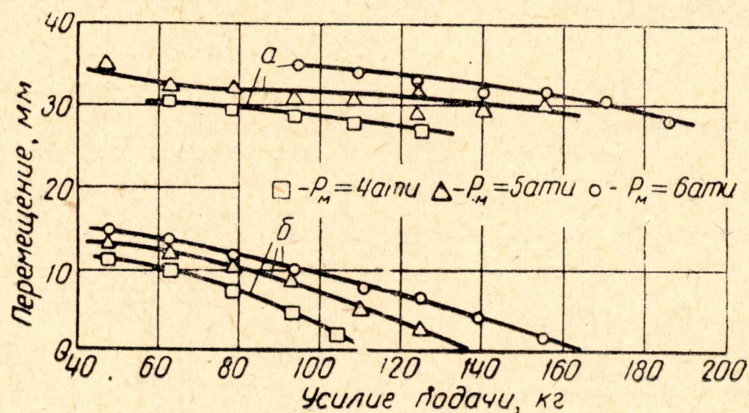


Рис. 5. Зависимость хода поршня (а) и отхода корпуса молотка (б) от усилия подачи и давления воздуха.

хода поршня с увеличением усилия подачи, на наш взгляд, происходит по двум причинам:

1) с увеличением усилия подачи уменьшается средний отход корпуса молотка от ограничительного буртика бура, следовательно хвостовик бура глубже входит в поворотную муфту молотка, и поршень совершает удар по нему ближе к точке 5 (рис. 2, б);

2) с увеличением усилия подачи уменьшается величина максимального давления в передней полости молотка и величина импульса силы при обратном ходе поршня.

Величина хода, полученная при бурении, колеблется от 27 до 35 мм, а при холостой работе молотка от 37 до 38 мм. При повышении давления воздуха на 1 ати ход поршня увеличивается в среднем на 2—3 мм, что составляет 6—10%. Подобная закономерность наблюдалась и у других молотков [5, 6]. Интересно заметить, что величина хода поршня молотка Т-10, соответствующая оптимальным режимам бурения, увеличивается с повышением давления воздуха (см. таблицу и рис. 7), в то время как для молотков РП-17 и ОМ-506 она почти не изменяется [5, 6]. Очевидно, это свойственно молоткам, у которых поворот

бура происходит при прямом (рабочем) ходе поршня, а при обратном ходе поршень движется свободно. В этом случае при увеличении давления воздуха в сети возрастает давление в передней полости, а следовательно, и величина хода поршня. Одновременно с этим уменьшается время цикла, вследствие чего происходит увеличение скорости движения поршня на отдельных участках и, в частности, в момент перед соударением с буром. Максимальная скорость движения при прямом ходе приобретает поршень примерно в точке 5 (рис. 2). Практически соударение поршня с буром при работе молотка на всех режимах происходит позже, т. е. после точки 5, когда скорость поршня начинает уменьшаться. Ввиду этого кинетическая энергия поршня перед соударением с буром несколько меньше максимальной возможной.

Таблица

Давление воздуха ати	Максимальная скорость бурения		Усилие подачи, соответ- ствующее макс. скорости кг	Максимальная энергия удара		Усилие подачи, соответ- ствующее макс. энергии кг	Ход порш- ня, соот- ветствую- щий макс. энергии удара, мм
	мм/мин	%		кгм	%		
4	135	100	95	2,9	100	90	29
5	300	162	125	4,0	133	110	31
6	400	216	140	4,8	165	120	33

Максимальная энергия удара получена при определенных усилиях подачи для каждого давления воздуха (рис. 6). Эти

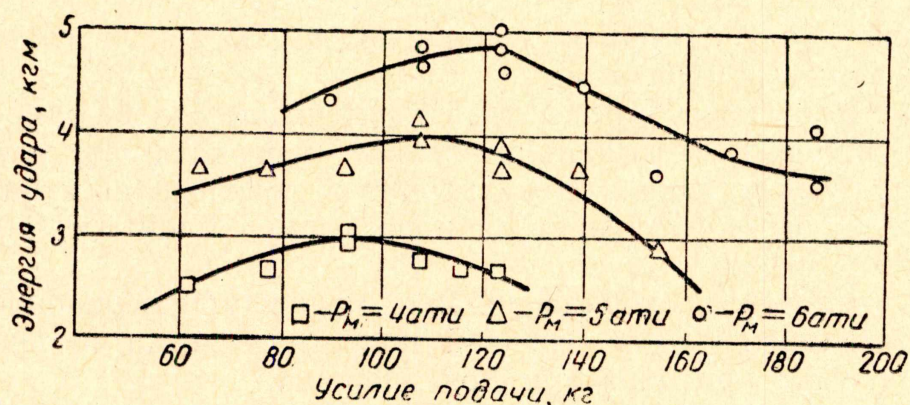


Рис. 6. Зависимость энергии удара от усилия подачи.

усилия обычно несколько меньше усилий, обеспечивающих максимальную скорость бурения [5, 6], но иногда и совпадают с ними. При работе молотка с усилиями много меньшими, чем оптимальное усилие подачи, соударение поршня с буром происходит в точках 6, 7 (рис. 2), где скорость движения поршня значительно уменьшается за счет сжатия воздуха в передней полости молотка. Уменьшается, следовательно, и кинетическая

энергия поршня. В случае работы на больших усилиях подачи удар происходит ближе к точке 5 (рис. 2), но приобретенная поршнем скорость уменьшается за счет большего расхода энергии на поворот бура, так как в этом случае отход корпуса мо-

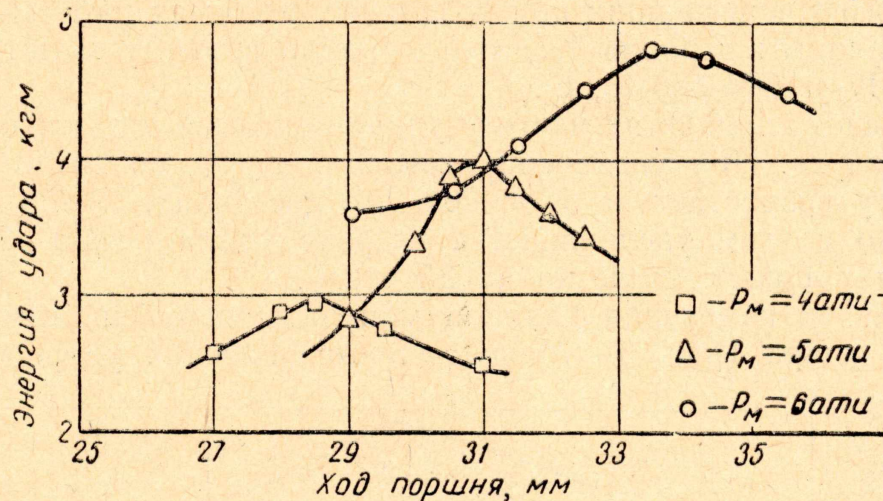


Рис. 7. Зависимость энергии удара от величины хода поршня.

лотка от ограничительного буртика бура имеет небольшую величину (рис. 5).

Зависимость энергии удара от величины хода поршня при работе на различных режимах приведена на рис. 7. Переход на

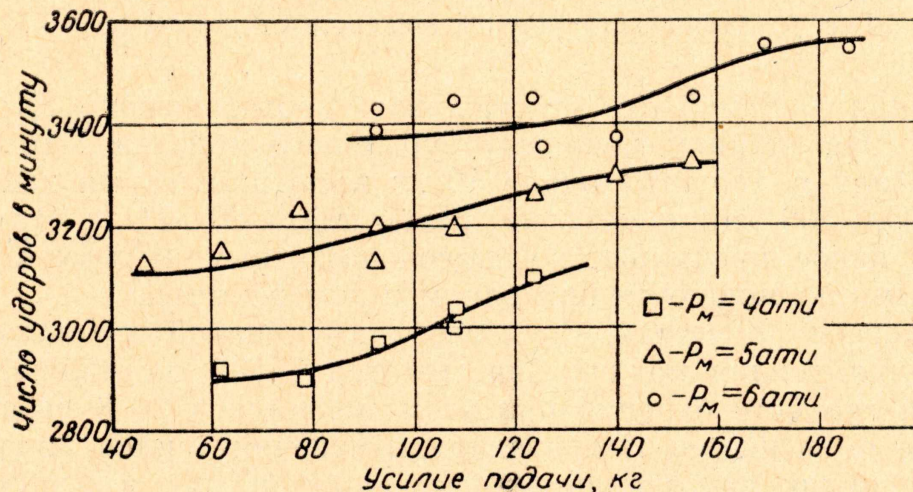


Рис. 8. Зависимость числа ударов от усилия подачи.

повышенное давление воздуха с соответствующим увеличением усилия подачи до оптимальной величины сопровождается удлинением хода поршня и, следовательно, увеличением активной части рабочего хода. При этом возрастает скорость движения поршня перед соударением его с буром и энергия удара.

Число ударов молотка (рис. 8) растет с увеличением усилия подачи. При одном и том же давлении воздуха колебание частоты ударов составляет около 3% и объясняется изменением

величины хода поршня. Уменьшение хода (при увеличении усилия подачи) приводит к сокращению длительности прямого и обратного ходов поршня, а следовательно, и времени полного цикла. Интересно отметить, что соотношение времени обратного и прямого ходов поршня при различных режимах работы остается постоянным и равно 1,2, что не наблюдалось у молотков типа РП-17 и ОМ-506 [5, 6].

Большое влияние на частоту ударов оказывает давление сжатого воздуха. При увеличении давления на 1 *ати* число ударов в минуту возрастает на 150—200, что составляет 5—7%. Одновременно с этим увеличивается энергия удара на 30—35% и ударная мощность молотка на 35—42%.

Характер изменения ударной мощности подобен изменению энергии удара (рис. 9). Максимальные значения ударной мощ-

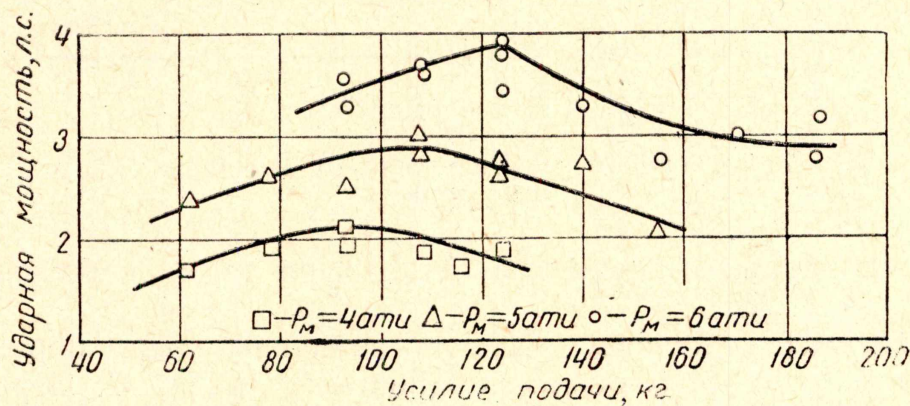


Рис. 9. Зависимость ударной мощности от усилия подачи.

ности при 4, 5 и 6 *ати* составляют соответственно 2,1; 2,9 и 3,8 л.с. На единицу мощности бурильного молотка Т-10 приходится (при $p_0 = 5 \text{ ати}$) около 10 кг веса, в то время как у молотка ОМ-506 этот показатель равен почти 20 кг/л.с. Это показывает явное преимущество высокочастотных молотков перед обычными по мощности при одном и том же весе.

Интересно отметить, что колебания ударной мощности при изменении усилия подачи для молотка Т-10 составляют 20—30%, а скорость бурения при этом меняется в 2—3 раза. Последнее объясняется тем, что при изменении усилия подачи изменяются как внутренний процесс молотка, так и условия передачи энергии для разрушения горной породы.

Объемная работа разрушения (рис. 10) имеет минимальную величину при оптимальных усилиях подачи, когда величина отхода корпуса молотка приближается к нулю [5]. В этом случае создаются наиболее благоприятные условия передачи энергии от поршня к буру и от бура к разрушаемой горной породе. Минимальная величина объемной работы разрушения для роговика составляет около 25 кгм/см^3 .

Закономерность изменения угла поворота бура за один удар выявлена при лабораторных и промышленных исследованиях

(рис. 11) и в основном не отличается от подобных зависимостей для других бурильных молотков. В данной работе мы пытались выявить не средний угол поворота бура, а изменение скорости вращения бура в течение цикла. Для определения этой характеристики были записаны диаграммы угловых перемещений бу-

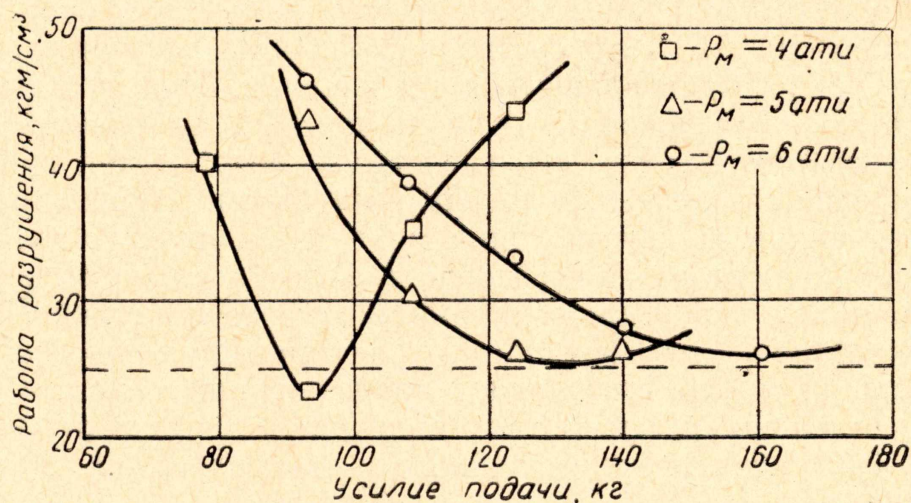


Рис. 10. Зависимость объемной работы разрушения от усилия подачи.

ра при повышенной скорости протягивания пленки (рис. 4, б). Анализ диаграммы показывает, что при данной конструкции поворотного устройства и значительных усилиях подачи бур вра-

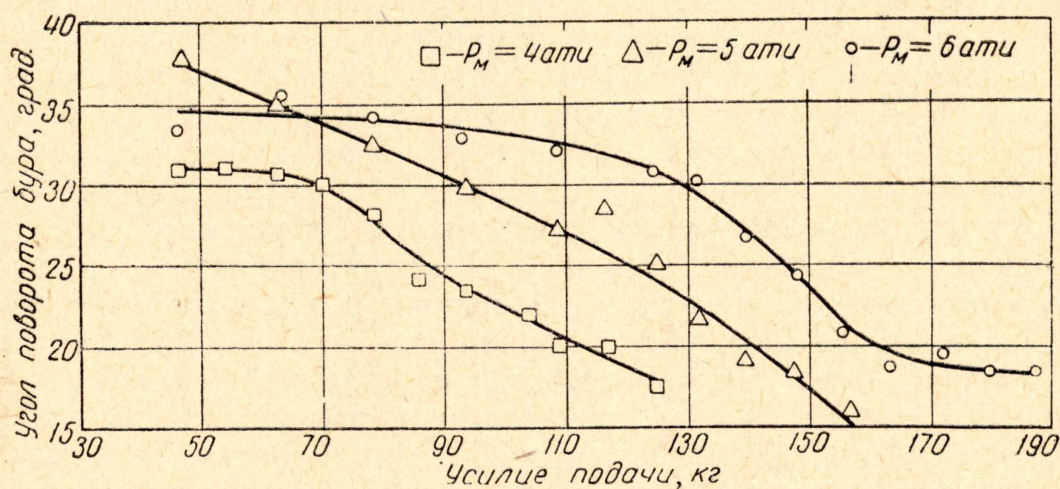


Рис. 11. Зависимость угла поворота бура от усилия подачи.

щается неравномерно, причем замедление вращения совпадает по времени с крайним задним положением поршня. Неравномерность вращения увеличивается с увеличением усилия подачи. При ходе поршня вперед бур начинает поворачиваться около точки 4 (рис. 2, б), когда поршень выбирает зазоры в сочленениях деталей поворотного механизма. В этот момент скорость поршня уже составляет (при работе на оптимальных режимах)

80% от скорости соударения с буром, а кинетическая энергия поршня равна 67% энергии удара.

По абсолютной величине скорость поршня перед началом поворота бура равна 3,8; 4,4 и 5,1 м/сек для давления воздуха 4, 5 и 6 атм. После придания импульса вращения буру поршень проходит путь около 20 мм. На этом участке пути бур поворачивается на 10—15° (что составляет 40—45% угла поворота за цикл) и продолжает вращаться по инерции. Подсчитанный же теоретически угол поворота бура на длине хода поршня 20 мм составляет всего 8°. Это доказывает, что энергия для вращения бура передается кратковременным импульсом. Вращение бура продолжается и во время удара по нему поршнем и во время обратного (холостого) хода поршня. Подобное явление также наблюдается у поворотных устройств других молотков [7, 8], у которых импульс для поворота бура передается при обратном ходе поршня и бур продолжает вращение при прямом ходе. Между отдельными поворотами бур имеет остановки длительностью 4—6 мсек (миллисекунд), что составляет 20—30% времени цикла.

Предполагаем, что для вращения бура при прямом ходе требуется затратить меньше энергии, чем при обратном, так как в первом случае в момент придания импульса вращения буру корпус молотка движется назад (рис. 4, г) и в результате этого создается зазор между корпусом и буртиком бура. При повороте же бура во время обратного хода поршня, импульс для вращения бура передается в период движения корпуса молотка к забою и, следовательно, в процессе прижатия бура к забою шпура. Очевидно в этом случае на поворот бура требуется больше энергии. Поворот бура при прямом ходе поршня должен благоприятно сказываться и на процессе разрушения горной породы, так как бур во время удара совершает сложные движения — поступательное, необходимое для внедрения и вращательное, облегчающее скалывание. Однако для исчерпывающего объяснения этого вопроса требуются специальные опыты с изучением физики процесса разрушения горной породы. Следует отметить, что поворот бура при прямом ходе поршня не может благоприятно сказываться на устойчивости работы бурильного молотка при бурении трещиноватых пород. Для молотка Т-10 характерным является то обстоятельство, что в случае заклинивания бура в шпуре резко уменьшается энергия удара и молоток переходит на режим холостого хода с длиной хода поршня около 17 мм (достаточным для производства выхлопа из полостей цилиндра). В этом случае бур может совсем не поворачиваться ввиду наличия некоторого люфта в частях поворотного устройства.

Необходимо отметить, что беззолотниковые бурильные молотки создавались и ранее [9], но не дали должного результата и были заменены молотками с золотниковыми и клапанными воз-

духораспределительными механизмами. Это, по нашему мнению, объясняется тем, что в то время основным направлением было создание бурильных молотков с небольшим диаметром поршня, а необходимая энергия удара достигалась за счет относительно большего хода поршня. Так, например, в молотках типа JB-5, OM-506, RV-300, считавшихся до последних лет наиболее совершенными, величина хода поршня составляет 50—56 мм, а отношение хода поршня к диаметру цилиндра 0,8—0,85. При этих параметрах и повороте поршня при обратном ходе беззолотниковые молотки работали менее устойчиво. Стремление увеличить скорость бурения за счет повышения частоты ударов без увеличения энергии каждого удара привело к созданию высокочастотных молотков с коротким ходом поршня (40—30 мм) и увеличенным диаметром (отношение хода поршня к диаметру в молотке Т-10 составляет 0,32). Это, по нашему мнению, дало возможность успешно применить беззолотниковые схемы.

ВЫВОДЫ

1. Молоток Т-10 в заграничной практике является одним из наиболее мощных ручных бурильных молотков с малой величиной отношения веса к развиваемой ударной мощности. Эти высокие показатели достигаются, с одной стороны, за счет значительного увеличения диаметра поршня и частоты ударов, а с другой — за счет применения качественных материалов, в том числе легких сплавов.

2. В отличие от подавляющего большинства современных бурильных молотков молоток Т-10 имеет беззолотниковую схему воздухораспределения с использованием в рабочем процессе расширения воздуха. Это обеспечивает меньший удельный расход воздуха, а следовательно, и большую экономичность.

3. Сечение каналов существующего распределительного устройства Т-10 не обеспечивает достаточно полного использования цилиндра при рабочем ходе поршня. За счет увеличения сечения каналов и времени впуска воздуха в молотках типа Т-10 можно дополнительно увеличить ударную мощность без изменения основных конструктивных размеров.

4. Поворот поршня при прямом ходе в сочетании с беззолотниковой схемой и коротким ходом поршня в высокочастотных бурильных молотках не ухудшает их эксплуатационных качеств.

5. Оптимальные усилия подачи молотка Т-10 ввиду особенностей его конструкции намного превышают усилия подачи для ручных бурильных молотков, вследствие чего молоток подобной конструкции более успешно может эксплуатироваться как колонковый или телескопный.

6. Учитывая положительные качества принципиальной схемы молотка Т-10, целесообразно на ее основе с учетом высказанных замечаний [1] создать ручные, колонковые и телескопные

бурильные молотки. Ручные молотки, созданные по этой схеме, по сравнению с молотками Т-10 должны иметь меньшую величину оптимального усилия подачи даже в случае некоторого уменьшения мощности молотка. При создании же колонковых бурильных молотков необходимо увеличить энергию удара в 1,5—2 раза при сохранении той же частоты ударов.

ЛИТЕРАТУРА

1. О. Д. Алимов, И. Г. Басов, П. А. Самойлов. О целесообразности применения высокочастотных бурильных молотков. Колыма, № 9, 1957.
2. О. Д. Алимов, В. Ф. Горбунов. Методика экспериментального исследования рабочего процесса пневматических бурильных молотков. Статья в данном сборнике.
3. О. Д. Алимов, И. Г. Басов, В. Ф. Горбунов. Методика лабораторного исследования влияния усилия подачи на скорость бурения пневматическими бурильными молотками. Известия ТПИ, т. 83, Томск, 1956.
4. О. Д. Алимов, И. Г. Басов, В. Ф. Горбунов, Я. А. Серов. Методика проведения опытов при исследовании ударных узлов пневматических бурильных молотков и обработка опытных данных. Известия ТПИ, т. 88, Томск, 1956.
5. О. Д. Алимов, В. Ф. Горбунов. Некоторые результаты исследования пневматического бурильного молотка ОМ-506. Известия ТПИ, т. 88, Томск, 1956.
6. О. Д. Алимов, И. Г. Басов, В. Ф. Горбунов. Исследование влияния усилия подачи, давления воздуха на скорость бурения и рабочий процесс пневматического бурильного молотка РП-17. Известия ТПИ, т. 88, Томск, 1956.
7. П. М. Алабушев, О. Д. Алимов. Влияние усилия подачи и угла поворота бура между ударами на скорость ударно-вращательного бурения шпуров. Известия ТПИ, т. 75, Томск, 1954.
8. О. Д. Алимов. О расчете и конструировании механизмов поворота бура пневматических бурильных молотков. Известия ТПИ, т. 78, Томск, 1955.
9. Ф. Щипанский. Перфораторы с автоматическим перестановом. Русско-Германский вестник науки и техники, № 1, 1935.

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.