

В. И. БАБУРОВ

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ КЛЕПАЛЬНЫХ МОЛОТКОВ ТИПА КЕ

(Представлено кафедрой горных машин и рудничного транспорта)

В последние годы в машиностроении сварка все больше вытесняет клепку. В связи с этим легкие клепальные молотки типа КЕ, серийно выпускаемые Томским электромеханическим заводом, стали использоваться как рубильные на обрубке среднего и крупного литья [2]. Так как эти молотки не приспособлены для этой цели, то в их конструкцию производственники вносят изменения. В частности, уменьшают вес молотков путем уменьшения наружного диаметра ствола, а также заменяют их направляющую буксу [2]. Вес на единицу мощности для клепальных молотков типа КЕ равен 13—18 кг/л.с., тогда как для отбойных и рубильных этот показатель равен 6—10 кг/л.с. Сравнение удельных весов говорит о том, что клепальные молотки, очевидно, менее совершенны и конструкции их могут быть значительно улучшены.

В 1962 году сотрудники кафедры горных машин и рудничного транспорта ТПИ по заданию Томского электромеханического завода начали проводить исследования клепальных молотков типа КЕ. В задачу исследований входило изучение динамики внутренних процессов, параметров, конструкций, процессов рубки, а также условий эксплуатации молотков типа КЕ с целью разработки рекомендаций по их усовершенствованию [2]. В настоящей работе приведены результаты экспериментальных исследований конструкций молотков типа КЕ. Все конструкции упомянутых молотков (рис. 1) подобны и отличаются друг от друга только размерами. Принцип их работы также известен [5]. Необходимые для анализа размеры молотков помещены в табл. 1 и показаны на рис. 1.

Исследования проводились на испытательном стенде при горизонтальном положении молотков и давлении воздуха в сети 5 атм, методика исследования описана ранее [1, 6].

Для анализа работы воздухораспределительного устройства нами одновременно с записью диаграмм давлений воздуха в задней P_3 и передней P_n полостях молотка КЕ-22 записывалась диаграмма переброски золотника $D_{п.з.}$ (рис. 2). Для краткости изложения вместо «давление воздуха» будем употреблять только «давление».

Как видно из рис. 2, после удара бойка по хвостовику инструмента заканчивается перекидка золотника в крайнее заднее положение.

В этот момент давление в задней полости равно атмосферному (точка А), а в передней оно достигает почти максимума (точка А').

Ударник начал обратный ход. В момент открытия выхлопных отверстий давление в передней полости резко падает, а в задней — начинает быстро возрастать вследствие сжатия воздуха ударником. Это обстоятельство заставляет золотник начать свой ход вперед (точка *B*), который длится примерно 0,007—0,01 сек. Средняя скорость его перемещения

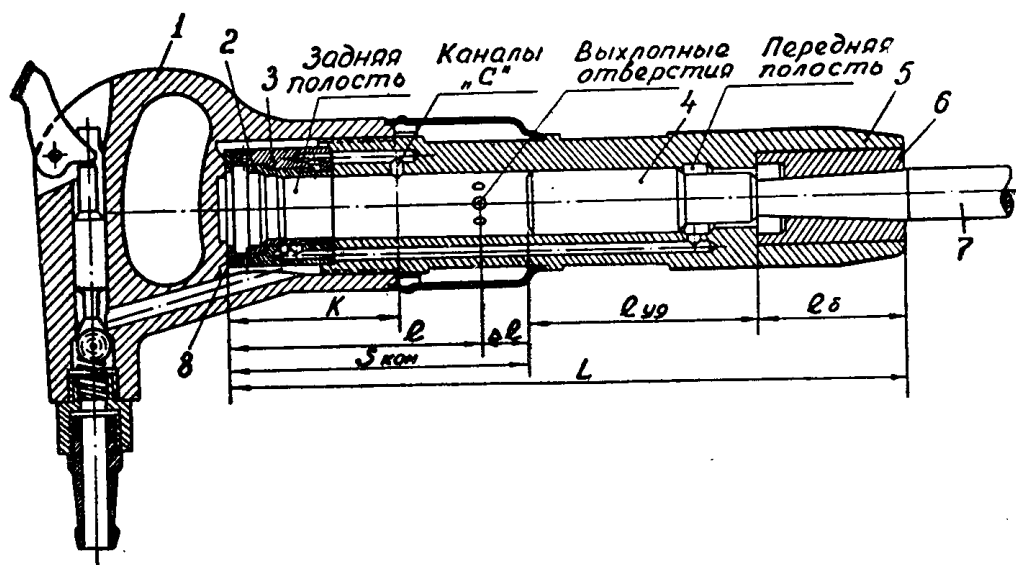


Рис. 1. Клепальный молоток типа КЕ с конусной буксой: 1 — рукоятка; 2 — золотник; 3 — золотниковая коробка; 4 — ударник; 5 — ствол; 6 — направляющая букса; 7 — рабочий инструмент (зубило); 8 — промежуточное кольцо.

при этом составляет 0,72—0,50 м/сек. Заканчивается перекидка золотника в то время, когда давление в задней полости молотка несколько уменьшится (точка *B*) и, как обычно, в этот момент оно равно давлению в сети.

Таблица 1

| Тип молотка | Конструктивные размеры | | | | | |
|-------------|--|--|--|-------------------------------|--|---|
| | расстояние до отверстий «С»— <i>K</i> , мм | расстояние до выхлопных отверстий— <i>l</i> , мм | длина конструктивного хода— <i>S</i> _{кон} , мм | длина участка Δl , мм | длина внутренней полости <i>L</i> , мм | длина ударника <i>l</i> _{уд.} , мм |
| КЕ-16 | 57 | 650 | 67 | 3 | 216 | 78 |
| КЕ-19 | 60 | 84,5 | 100 | 15,5 | 268 | 98 |
| КЕ-22 | 95,5*) | 117,5 | 140 | 22,5 | 318 | 108 |
| КЕ-28 | 145*) | 159,5 | 180 | 20,5 | 368 | 118 |
| КЕ-32 | 170*) | 188,5 | 220 | 31,5 | 418 | 128 |

За время перемещения золотника давление в передней полости успевает понизиться почти до атмосферного (точка *B'*) за счет выхода воздуха в атмосферу через выхлопные отверстия.

Положение золотника, при котором совершается рабочий ход ударника, сохраняется до момента открытия задней кромкой ударника канала

*) Здесь приведены значения *K* для второго яруса отверстий «С».

лов «С» (рис. 1). Каналы «С» располагаются до выхлопных отверстий. В клепальных молотках КЕ-16 и КЕ-19 имеется два отверстия «С» и расположены они на одном уровне, в молотках КЕ-22, КЕ-28 и КЕ-32 — три; первый ярус отверстий имеет два выхода в полость и второй — один. Как только ударник откроет второй ярус каналов «С», золотник отходит от ствола молотка и начинает двигаться к промежуточному кольцу (рис. 1).

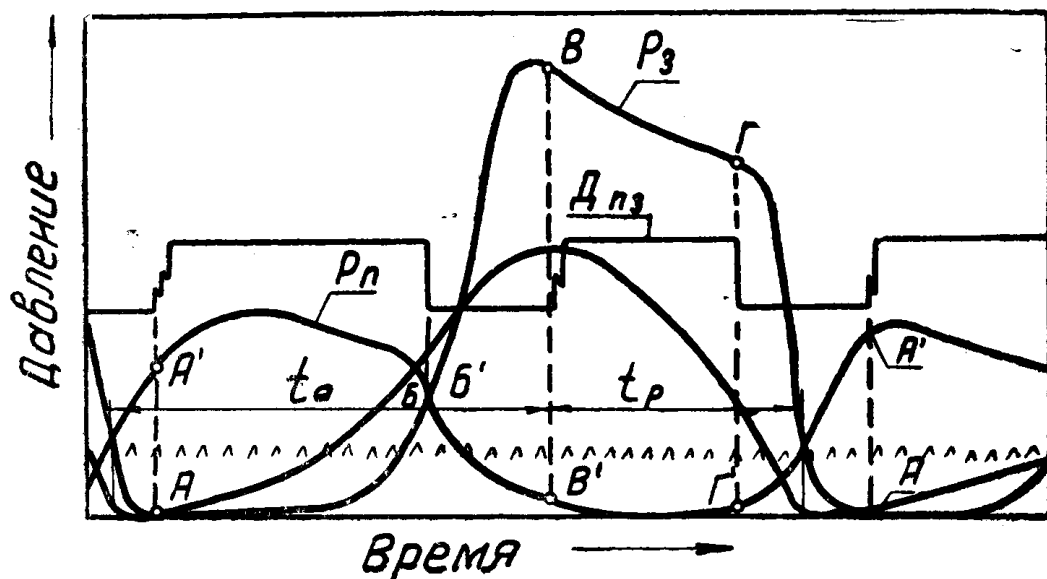


Рис. 2. Диаграммы перемещения ударника, переброски золотника и давление воздуха в полостях клепального молотка КЕ-22.

То, что переброска золотника начинается в момент открытия каналов «С», а не в момент открытия выхлопных отверстий, было показано и доктором технических наук Б. В. Суднишниковым [5].

В связи с этим расположение каналов «С» играет очень важную роль в работе молотков. Если они будут расположены относительно далеко от выхлопных отверстий, то будет происходить ранняя перекидка золотника. Сжатый воздух будет поступать в переднюю полость до момента соударения и при этом снижать энергию удара бойка. И, наоборот, если каналы «С» будут расположены вблизи от выхлопных отверстий, то будет наблюдаться запаздывание переброски клапана. Частота ударов молотка заметно снизится в связи с более поздним поступлением сжатого воздуха в переднюю полость цилиндра.

К концу движения золотника в крайнее заднее положение (время перемещения равно 0,0078—0,011 сек) давление в задней полости успевает снизиться до атмосферного (точка А, рис. 2). В это время давление в передней полости быстро возрастает за счет притока сжатого воздуха из рабочей сети (точка А'). Как видно из рис. 2, в обоих случаях сжатый воздух из сети начинает поступать в полости молотка еще во время движения (перекидки) золотника. И чем быстрее происходит перекидка золотника, тем больше частота ударов ударника.

В конструкции клепального молотка КЕ-22 общее время перемещения золотника в одном цикле составляет 0,0170—0,0188 сек и соизмеримо с длительностью полного цикла (29,4—26,6%).

Из изложенного следует, что при конструировании молотков необходимо стремиться к получению возможно быстрой переброски клапана воздухораспределительного устройства.

Тесно связана с работой воздухораспределительного устройства величина пути ударника от выхлопных отверстий до торца хвостовика инструмента (участок Δl , рис. 1).

Для выяснения этой связи и влияния длины участка Δl на основные параметры молотка автором были проведены соответствующие исследования на клепальных молотках КЕ-22 и КЕ-32.

При проведении экспериментов длина участка Δl задавалась ступенчато путем увеличения длины хвостовика рабочего инструмента через 5 мм для молотка КЕ-22 и 10 мм — КЕ-32.

Исследование дало весьма интересные результаты. Так, оказалось, что максимальная ударная мощность молотка достигается при длине участков 15,5 мм у КЕ-22 и 21,5 мм у КЕ-32 (рис. 3), а работа молотков рассчитана с Δl , соответственно равной 22,5 мм и 31,5 мм (табл. 1). Характер изменения ударной мощности N в зависимости от величины Δl одинаков для обоих молотков. Сначала абсолютные значения параметров возрастают, а затем, после перехода оптимальной точки, уменьшаются (рис. 3).

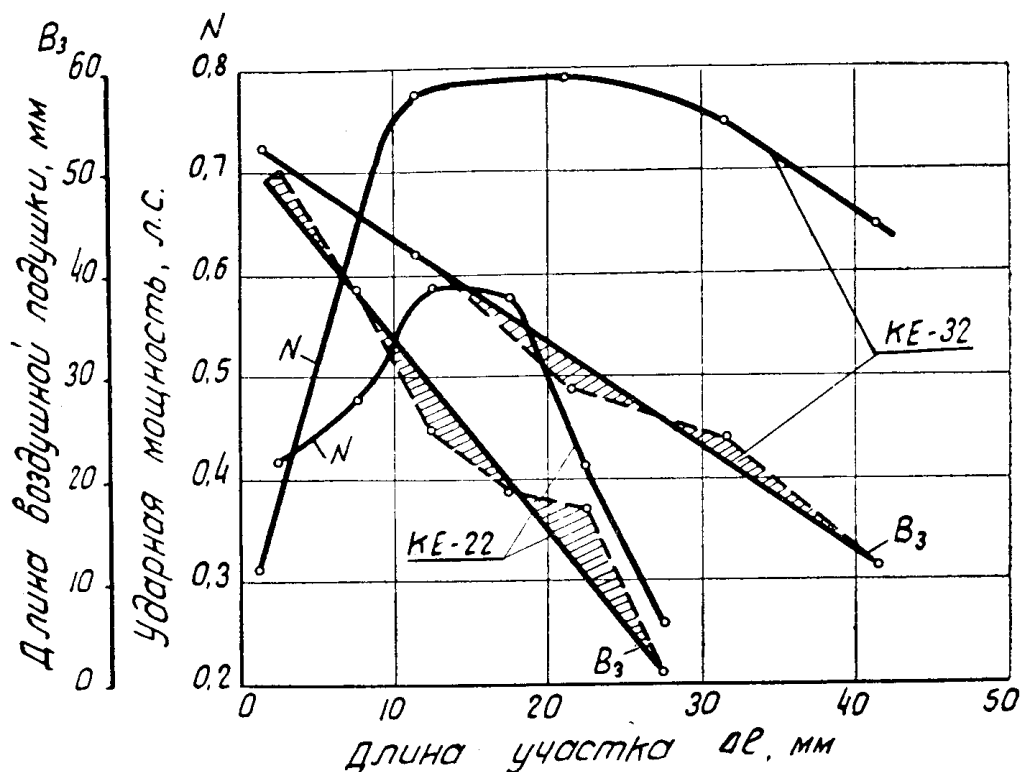


Рис. 3. Влияние длины пути ударника от центра выхлопных отверстий и до хвостовика инструмента на ударную мощность и длину задней воздушной подушки клепальных молотков КЕ-22 и КЕ-32.

Для испытанных молотков при Δl меньше 11,5 мм ударная мощность резко снижается (рис. 3). Это объясняется тем, что давление сжатого воздуха, находящегося в задней полости, не успевает понизиться до атмосферного и к началу обратного хода ударника остается довольно высоким. Ход ударника укорачивается, так как возрастает длина заднего мертвого пространства B_3 . При этом, естественно, снижается энергия удара.

С увеличением Δl длина заднего нерабочего пространства почти прямо пропорционально уменьшается. Это связано с повышением вели-

чины импульса силы, действующей на ударник во время обратного хода со стороны передней полости. Однако, несмотря на некоторое ухудшение использования длины цилиндра, перенесение точки соударения ближе к выхлопным окнам на 10 мм у молотка КЕ-22 и 14—17 мм у КЕ-32 приводит к увеличению ударной мощности.

Проведенные исследования позволили составить рекомендации по изменению конструкции передней части клепальных молотков. Нами рекомендуются следующие величины пути ударника от центра выхлопных отверстий до точки удара:

| | |
|-------------------|-------------------|
| КЕ-32 — 15—17 мм; | КЕ-28 — 11—15 мм; |
| КЕ-22 — 10—14 мм; | КЕ-19 — 7—10 мм. |
| КЕ-16 — 3—4 мм; | |

Клепальные молотки из-за специфических условий эксплуатации и большего отхода корпуса имеют длину направляющей буксы равную 70 мм, то есть на 10 мм длиннее, чем рубильные. А поскольку они (молотки КЕ-16, КЕ-19 и КЕ-22) используются в основном как рубильные, следовательно, можно уменьшить длину буксы с 70 мм до 60 мм. Это значительно уменьшит вес молотков.

Электростальский завод тяжелого машиностроения, изготавливающий молотки КЕ-16 для собственных нужд, уже проделал подобную операцию, уменьшив вес молотка с 7,3 кг до 6 кг, то есть на 18%. Целесообразно и далее уменьшать вес молотков типа КЕ за счет уменьшения наружного диаметра ствола, не уменьшая диаметра ударника.

Поскольку в настоящее время очень широко используются конусные хвостовики зубил (рис. 1), мы провели исследование работы молотка КЕ-22 с таким хвостовиком (конусность 1:12,5).

Результаты исследования показали, что использование конусных хвостовиков зубил приводит к повышенному на 10—15% расходу сжатого воздуха за счет утечек из передней полости молотка. Кроме того, наличие утечек воздуха в образующийся при работе молотка зазор между направляющей буксой и хвостовиком инструмента (рис. 1) резко ухудшает сам рабочий процесс, нарушает стабильность работы молотка и снижает его производительность. Параметры молотка снижаются и изменяются в широких пределах. Устойчивый режим работы молотка наступает только при больших усилиях нажатия (50—60 кг), которые рабочий практически не может создать. Поэтому считаем, что целесообразнее использовать неконусные буксы.

Исследование влияния длины ударника на параметры молотка и внутренние рабочие процессы осуществлялось на молотке КЕ-22. Длина ударника изменялась от 67 мм до 128 мм.

С уменьшением длины ударника увеличивается его полный ход S , однако ход до выхлопных отверстий S_k сокращается (рис. 4). Это показывает, что рост полного хода происходит только за счет повышения пути ударника от выхлопных отверстий до торца хвостовика инструмента. Длина заднего мертвого пространства B_z при этом увеличивается, так как переброска золотника осуществляется, как уже было показано выше, сразу после открытия выхлопных отверстий (холостой ход ударника). Сжатый воздух, поступающий в заднюю полость молотка, значительно раньше останавливает ударник. Скорость ударника с уменьшением его длины увеличивается как при прямом, так и при обратном ходе, что объясняется уменьшением веса бойка и ростом импульса силы, действующей на ударник его стороны передней полости. Повышение скорости ударника (рис. 5) увеличивает частоту ударов молотка, но не приводит к увеличению энергии удара. Сокращение длины ударника $l_{уд}$

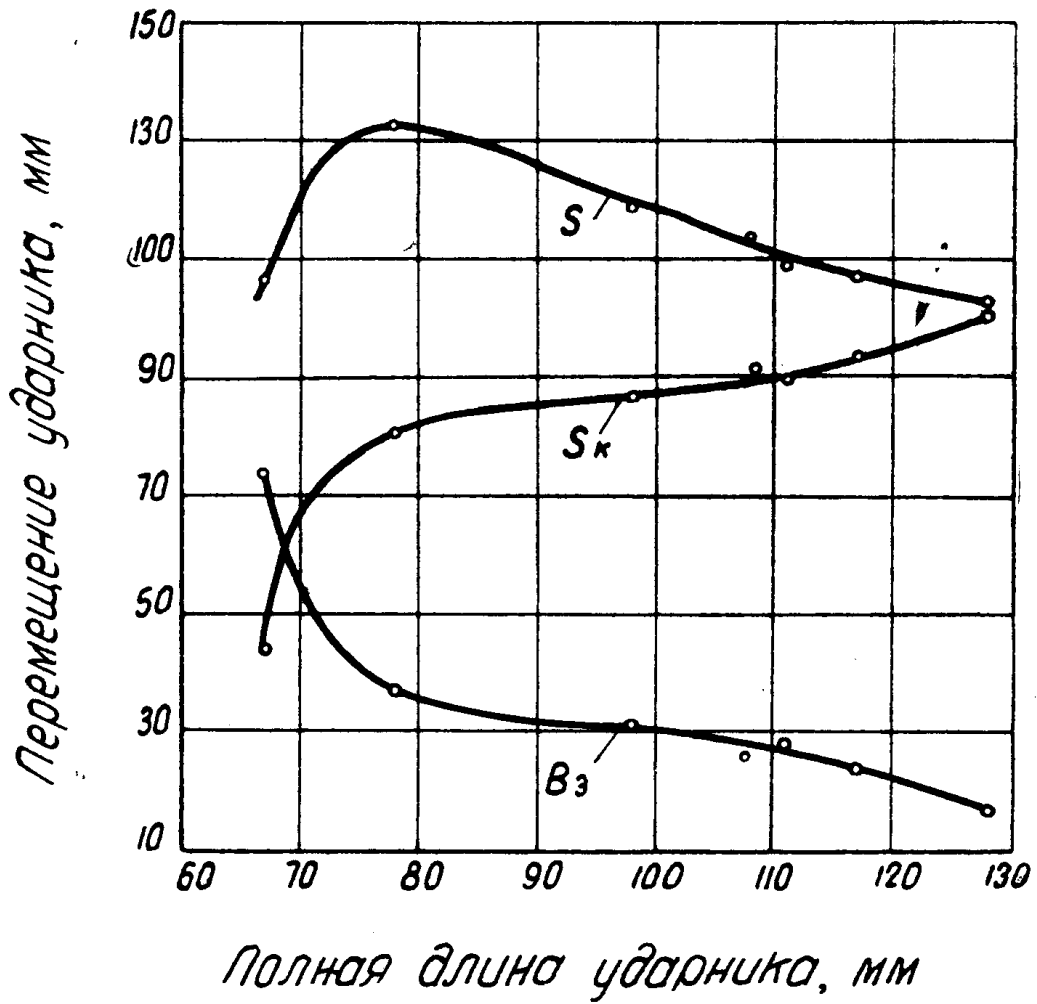


Рис. 4. Влияние длины ударника на его характеристики перемещения (клепальный молоток КЕ-22).

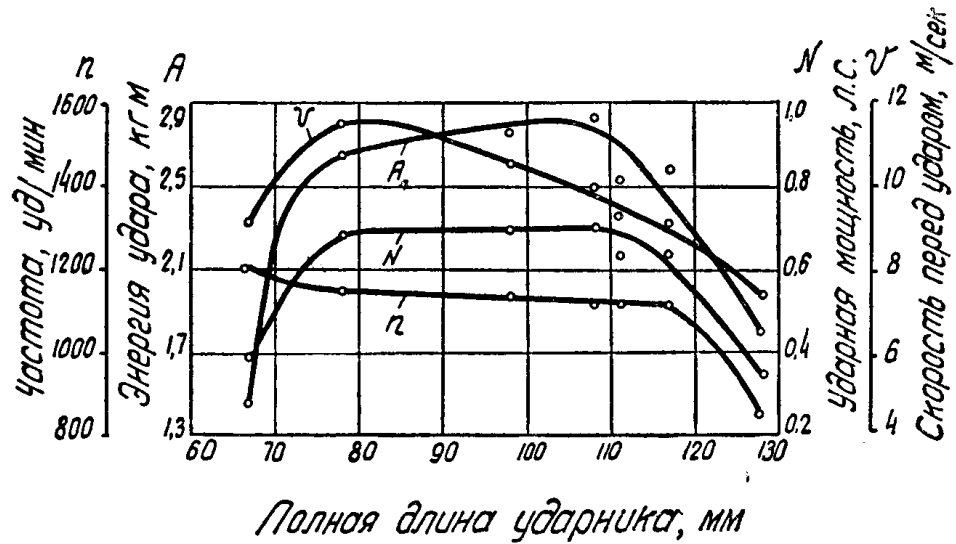


Рис. 5. Влияние длины ударника на энергетические параметры клепального молотка КЕ-22.

при постоянной длине хвостовика инструмента повышает длину участка Δl . Разрыв во времени между началом перекидки золотника в заднее положение и моментом удара увеличивается. В этих условиях часть кинетической энергии ударника затрачивается на преодоление сопротивления сжатого воздуха, начинающего поступать в переднюю полость молотка значительно раньше удара. При длине ударника 67 мм все основные параметры, за исключением скорости его перед ударом, резко снижаются из-за нарушения принципиальных связей (соотношений) между размерами ударника и расположением воздухоподводящих каналов. Такое же резкое снижение параметров наблюдается и при чрезмерно больших длинах ударников 118 мм и 128 мм. Длина участка Δl становится настолько малой, что сжатый воздух не успевает выйти в атмосферу из задней полости молотка.

Таким образом, те предприятия, которые уменьшают длину ударников на 10—15 мм для молотка КЕ-22, хотя и незначительно, но снижают параметры молотков, ухудшают использование длины цилиндра, так как при этом увеличивается длина его нерабочего пространства.

Выводы

1. Ударную мощность молотков типа КЕ можно увеличить путем сокращения пути ударника от центра выхлопных отверстий до крайнего переднего его положения. Уменьшение этого расстояния до рекомендуемых в настоящей работе величин повысит ударную мощность молотков на 5—10%.

2. Вес клепальных молотков может быть уменьшен на 15—20% путем изменения конструкции и передней части и уменьшения наружного диаметра ствола при сохранении диаметра ударника.

3. Так как молотки КЕ-22, КЕ-19 и КЕ-16 используются как рубильные, нами рекомендуется уменьшить длину направляющей буксы с 70 мм до 60 мм и внутренний ее диаметр с 31 мм до 20—22 мм.

4. Использование конусных букс во время эксплуатации молотков нецелесообразно, так как они допускают утечки сжатого воздуха из передней полости молотка, что приводит к повышенному расходу сжатого воздуха на 10—15%, а также нарушает стабильность протекания внутренних рабочих процессов, снижает параметры и производительность молотков.

5. Уменьшение длины ударников клепальных молотков типа КЕ вызывает снижение основных параметров и ухудшает использование длины ствола, поскольку увеличивается величина мертвого пространства.

ЛИТЕРАТУРА

1. О. Д. Алимов, И. Г. Басов, В. Ф. Горбунов, Д. Н. Маликов. Бурильные машины. Госгортехиздат, 1960.

2. В. Ф. Горбунов, В. И. Бабуров. Об унификации конструкций и упорядочении производства пневматических рубильно-клепальных молотков. Статья в данном сборнике.

3. В. И. Бабуров, В. Ф. Горбунов. К методике расчета основных параметров рубильно-клепальных молотков, Статья в данном сборнике.

4. Г. И. Сидоренков. Теоретическое и экспериментальное исследование работы клапанных пневматических молотков и метод их расчета. Канд. диссертация, Ленинград, 1962.

5. Б. В. Суднишников. Приближенная теория распределительного устройства пневматического молотка. Сб. «Машины ударного действия», Новосибирск, 1953.

6. Б. В. Суднишников и Н. Н. Есин. Экспериментальное исследование рабочего процесса пневматических молотков. Сб. «Машины ударного действия», Новосибирск, 1953.