

**В. И. БАБУРОВ, В. Ф. ГОРБУНОВ, Ю. А. ОПАРИН**

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РУБИЛЬНО-КЛЕПАЛЬНЫХ МОЛОТКОВ**

(Представлено кафедрой горных машин и рудничного транспорта)

Несмотря на большое количество работ, посвященных исследованию пневматических машин ударного действия, в настоящее время остаются мало исследованными рабочие процессы рубильных и клепальных молотков, а также, что особенно важно, совершенно не изучены процессы рубки и клепки.

Обычно все пневматические машины ударного действия: пневмоударники, отбойные, рубильные и клепальные молотки независимо от различных условий эксплуатации испытываются практически в равных лабораторных условиях, тогда как многими исследователями было показано, что одним из наиболее важных факторов, влияющих на рабочие характеристики молотков, являются свойства обрабатываемой среды.

Учет специфических условий эксплуатации необходим особенно при исследовании вибрации и коэффициента полезного действия машины.

В настоящей работе описывается новая экспериментальная установка для исследования рубильно-клепальных молотков в условиях близких к эксплуатационным, а также ряд специальных устройств, разработанных авторами для регистрации и осциллографирования некоторых характеристик молотков.

Разработанная авторами методика исследования рубильных и клепальных молотков включает:

1. Исследование процессов рубки и клепки с целью выяснения требований, которым должны удовлетворять рубильные и клепальные молотки, а также с целью разработки рекомендаций по их рациональному использованию.
2. Исследование внутренних рабочих процессов и влияния на них усилия нажатия и давления воздуха в сети молотков.
3. Исследование параметров молотков с целью установления наиболее рационального сочетания их для каждого типоразмера молотков с учетом условий эксплуатации.
4. Исследование конструкций. Выбор рациональной формы хвостовика рабочего инструмента. Исследование работы воздухораспределительных устройств и т. п.
5. Исследование влияния обрабатываемой среды на параметры и вибрацию молотков. Исследование вибрационных характеристик молотков с целью разработки методов и способов снижения вибрации.

В процессе исследования методика предусматривает изменение условий, влияющих на внутренние рабочие процессы, параметры и вибра-

цию молотков. К таким условиям относятся: давление сжатого воздуха в сети, усилие нажатия на молоток, положение молотка относительно обрабатываемого изделия, характеристика обрабатываемой среды (форма, масса, упругие свойства) и характеристика рабочего инструмента. Перечисленные условия определяют процесс работы молотком. Давление воздуха в сети обычно находится в пределах 4—6 *ати* и реже равно 3 или 7 *ати*. Усилие нажатия, создаваемое рабочим в течение смены, не постоянно. Если в начале смены оно достигает 30—35 кг, то к концу снижается до 20—25 кг. Естественно, что величина усилия нажатия, потребного для нормальной работы молотка, зависит от типоразмера, конструкции, веса и положения молотка. Как процесс обрубки, так и процесс клепки осуществляется при различных положениях молотков. Однако обрубка металлоизделий производится преимущественно с наклоном молотка вниз под углом 30—50°, а клепка, в основном, вертикально вниз или горизонтально. Размеры и конфигурация обрабатываемых изделий очень разнообразны, но при рубке это в большей степени крупное, среднее и мелкое литье из чугуна и стали, прокат, а материал заклепок — сталь и алюминий [2].

Большое разнообразие наблюдается и в используемых видах рабочего инструмента. Длина зубил для обрубки колеблется от 0,25 м до 2 м, диаметр от 16 мм до 34 мм.

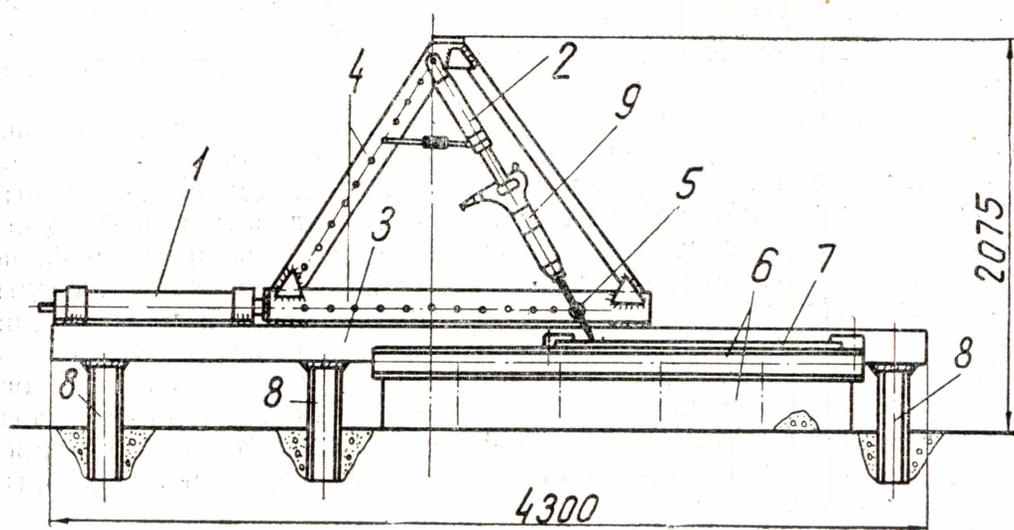


Рис. 1. Схема стенда для исследования рубильно-клепальных молотков: 1 — пневмоподатчик для перемещения каретки; 2 — пневмоподатчик для создания усилия нажатия; 3 — направляющая рама; 4 — подвижная каретка; 5 — люнет; 6 — стол; 7 — заготовка; 8 — стойки; 9 — пневматический молоток.

С учетом специфических условий работы рубильно-клепальных молотков авторами разработана экспериментальная установка (рис. 1). Установка состоит из двух пневмоподатчиков 1, 2; направляющей рамы 3, по которой перемещается каретка 4, люнета 5 и стола 6, служащего для крепления обрабатываемого изделия (заготовки) 7.

Направляющая рама 3 представляет собой сварную конструкцию из двух швеллеров длиной 4,3 м. Швеллеры расположены на стойках 8, забетонированных в фундамент. Каретка 4 также представляет собой сварную треугольную конструкцию из швеллеров и уголков. Каретка перемещается по направляющей раме 3 с помощью пневмоподатчика 1. Возможная длина перемещения составляет 1,3 м. На каретке установ-

лен пневмоподатчик 2, который создает усилие нажатия на молоток 9. Люнет 5 имитирует руку рабочего и служит для придания инструменту правильного направления. Податчик 2 и люнет 5 можно устанавливать в желаемом положении путем перестановки шарниров в соответствующие отверстия в основании каретки и ее стойках. Перестановка податчика и люнета дает возможность придать исследуемому молотку любое фиксированное положение от вертикального вниз до горизонтального. Высота подвижной каретки подобрана с учетом возможности размещения на стенде любого из известных рубильно-клепальных молотков.

Перемещение рубильного молотка, закрепленного под определенным углом к изделию, необходимо для исследования как самого процесса рубки, так и вибрации и внутренних процессов во время рубки по металлу. В качестве обрабатываемого изделия на столе 6 закрепляется металлическая заготовка, которая после снятия одной стружки может быть перемещена в поперечном направлении. Для изучения работы клепальных молотков вместо заготовки на стол устанавливается специальная оправка (обжимка), через которую ударная мощность передается стержню (заклепке), неподвижно закрепляемому на столе 6.

При исследовании пневматических рубильно-клепальных молотков необходимо определять следующие характеристики и параметры: энергию удара, частоту ударов, расход воздуха, усилие нажатия на молоток, скорость рубки (клепки), амплитуду вибрации и отход молотка от ограничительного буртика инструмента. Для описания и исследования динамики работы молотков весьма полезно фиксировать перемещение бойка, воздухораспределительного клапана, а также моментов удара бойка по инструменту и посадки корпуса молотка на буртик инструмента. Большинство указанных характеристик можно записывать и определять широко известными способами.

Диаграммы давления воздуха в полостях молотка записываются на шлейфовом осциллографе с применением мембранных датчиков с наклеенными на них тензometрами и электронного усилителя [1].

Известно также применение емкостных и индуктивных датчиков давления [4, 5]. Запись диаграмм перемещения бойка, корпуса молотка и инструмента производится электрическим способом с помощью потенциометрических или индукционных датчиков [1, 3, 6]. Регистрация давления воздуха в сети и полостях податчиков осуществляется по показаниям обычных манометров. Расход воздуха определяется расходомером В-1 или РВ-4 ленинградского завода «Пневматика».

Кроме перечисленной широко известной аппаратуры, нами применяется ряд новых устройств для записи, например, таких характеристик, как момент переброски золотника, частота соударения и длительность контакта буртика рабочего инструмента с корпусом молотка, динамические усилия, возникающие между рукояткой молотка и штоком податчика, и др.

Моменты начала и конца переброски, например, ступенчатого цилиндрического золотника записываются на пленку по схеме, изображенной на рис. 2. Корпус золотниковой коробки 1 (рис. 2) изолируется путем прокладок 2 от ствола молотка 3 и промежуточного кольца 4. Для того, чтобы длина перемещения золотника не изменилась, торцы золотниковой коробки 1 подрезаются с обеих сторон на толщину прокладок 2. Один изолированный провод 5 через выхлопные каналы молотка подводится к золотниковой коробке и припаивается к ней. Второй провод подключается на корпус молотка. В то время, когда золотник 6 находится в контакте со стволом 3 или промежуточным кольцом 4, цепь замкнута, по ней проходит ток, фиксируемый шлейфом осциллографа; цепь размыкается, когда золотник отходит от ствола или кольца. Раз-

мыкание и замыкание цепи записывается на пленке в виде ступенчатой диаграммы  $D_{п.з.}$  (рис. 3, б). Одновременная запись моментов переброски золотника и других диаграмм дает возможность исследовать работу воздухораспределительного устройства, что очень важно при исследовании внутренних рабочих процессов, параметров и конструкций молотков.

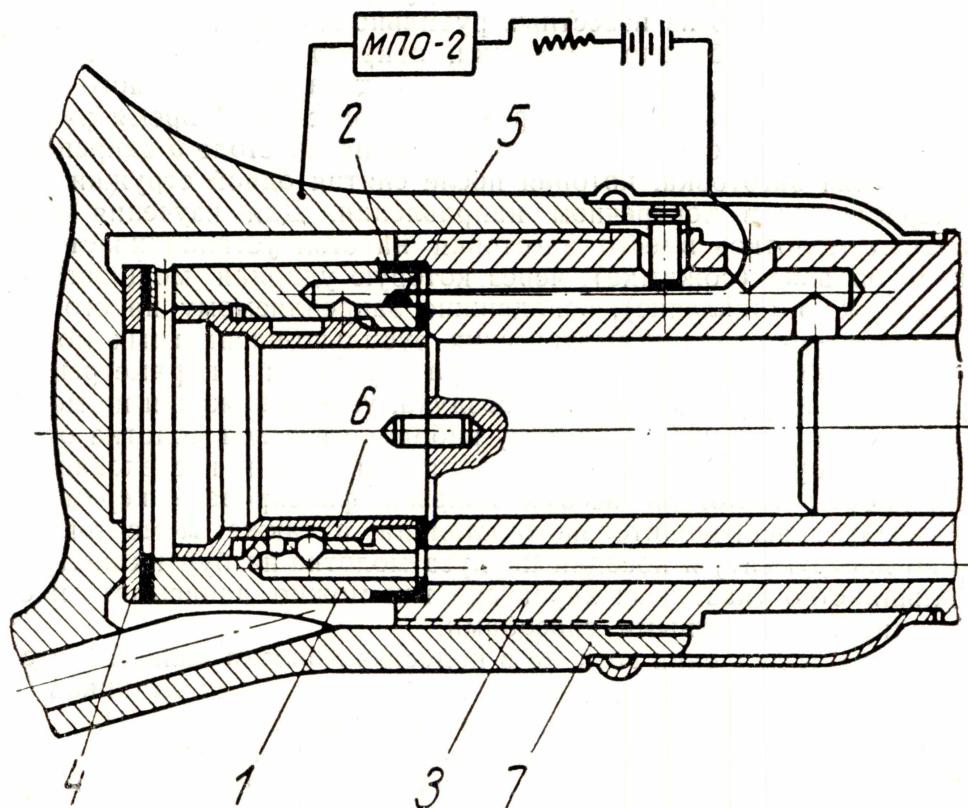


Рис. 2. Электрическая схема записи моментов переброски золотника пневматических молотков: 1 — корпус золотниковой коробки; 2 — прокладки из изолятора; 3 — ствол молотка; 4 — промежуточное кольцо; 5 — проводник; 6 — золотник; 7 — рукоятка молотка.

Частота соударения и длительность контакта буртика рабочего инструмента с корпусом молотка записывается на пленку осциллографа с использованием устройства, показанного на рис. 3, а. Электрическая схема записи та же, что и на рис. 2. Здесь рабочий контакт цепи 1 изолированно подводится к инструменту 2. Во время работы молотка контакт периодически соприкасается с корпусом 3 молотка, замыкая и размыкая цепь; на пленке записывается диаграмма  $D_{с.и.}$  (рис. 3, б), анализ которой позволяет вскрыть закономерности динамики работы молотка и выявить характер и некоторые причины, порождающие вибрацию.

Усилия, возникающие между рукояткой молотка и штоком податчика (рукой рабочего), регистрируются на пленке осциллографа с помощью тензометра (рис. 4). Корпус 1 датчика неподвижно закреплен на штоке поршня 2 податчика (рис. 1). В корпусе 1 помещен стакан 3, на дно которого наклеен проволочный тензодатчик 4. Сигналы с рабочего тензодатчика 4 и компенсационного датчика 5 по бронированному кабелю передаются на тензоусилитель ТУ-4М и затем на осциллограф. Во время работы молотка усилие нажатия от штока податчика передается через стакан 3 (рис. 4) и направляющий шток 6 на рукоятку молотка 7.

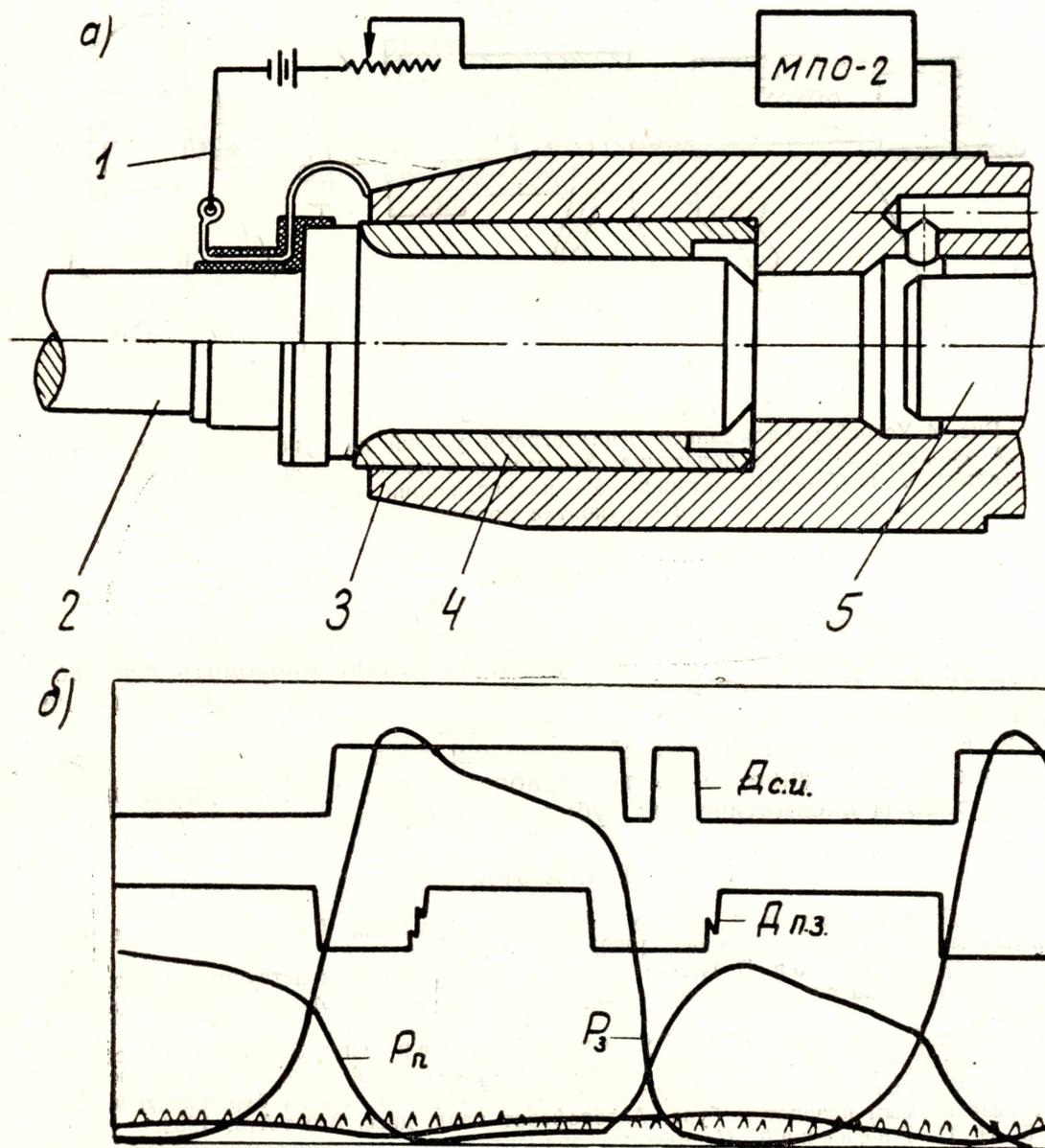


Рис. 3. Электрическая схема записи соударения буртика инструмента с корпусом молотка (а) и осциллограммы процессов (б): 1 — рабочий проводник; 2 — рабочий инструмент; 3 — корпус молотка; 4 — направляющая бука; 5 — ударник Дп.з. — диаграмма переброски золотника; Д с. и. — диаграмма соударений корпуса с инструментом;  $P_з$  и  $P_п$  — диаграмма давлений воздуха в задней и передней полостях молотка.

Деформация дна стакана, толщиной 3—4 мм, вызывает растяжение тензодатчика 4 (рис. 4). В результате изменения сопротивления датчика возникает ток разбаланса моста [1, 5], регистрируемый на пленке осциллографа (после соответствующего усиления). Тарировка такого устройства производится статически.

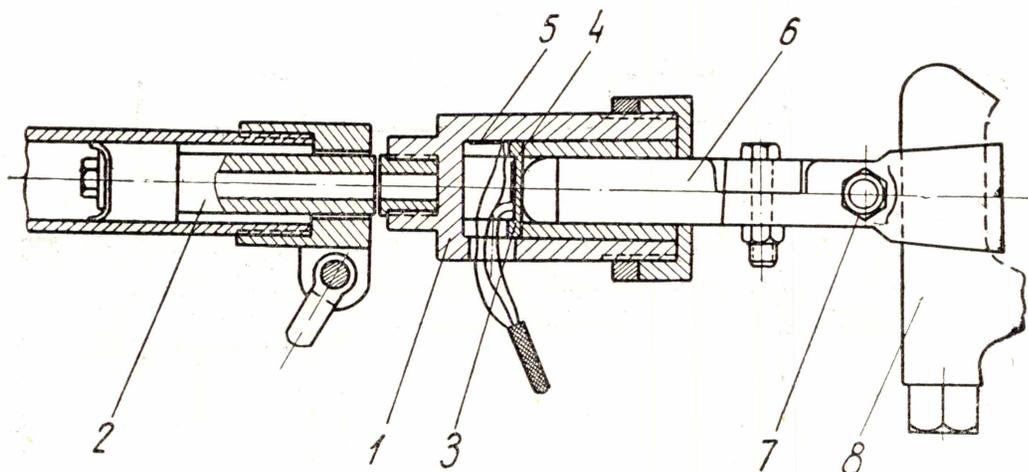


Рис. 4. Устройство для записи осциллограмм усилий на рукоятке молотка: 1 — корпус; 2 — шток податчика; 3 — стакан с наклеенными тензодатчиками; 4 и 5 — тензодатчики; 6 — направляющий шток; 7 — захваты; 8 — рукоятка молотка.

### Выводы

1. Описанная в работе экспериментальная установка, в отличие от существующих стендов подобного рода, позволяет проводить исследования рубильных и клепальных молотков в условиях, практически не отличающихся от условий их эксплуатации.

2. Использование описанной установки позволяет проводить комплексное исследование параметров рабочих процессов, вибрации и режимов работы пневматических рубильно-клепальных молотков.

### 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. Ф. Горбунов, В. М. Гусаров, Л. С. Березин. Электрический способ записи виброграмм пневматических молотков. ИВУЗ, Горный журнал, № 12, 1962.
4. Л. Ф. Осиповский. Исследование эффективности работы бурильного молотка с независимым поворотом бура. Автореферат канд. дисс. Алма-Ата, 1962.
5. Н. П. Раевский. Методы экспериментальных исследований механических параметров машин. Изд. АН СССР, 1952.
6. Н. П. Ряшенцев, Е. М. Тимошенко. Индукционный датчик для исследований рабочего процесса машин ударного действия. Известия вузов, Горный журнал, № 7, 1960.
7. Г. И. Сидоренков. Теоретическое и экспериментальное исследование работы клапанных пневматических молотков и метод их расчета. Канд. диссертация, Ленинград, 1962.
8. В. В. Юшин. Определение параметров внутреннего процесса шахтных пневматических машин ударного действия методом электрических измерений. Кандидатская диссертация, Днепропетровск, 1960.