

КОНСТРУКЦИЯ РУЧНОГО ПНЕВМАТИЧЕСКОГО МОЛОТКА С ВИБРОГАСЯЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ

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

«Представлена кафедрой горных машин, рудничного транспорта и горной механики)

Вибрация ручных механизированных инструментов вызывает опасное профессиональное заболевание, называемое вибрационной болезнью. В настоящее время многие научно-исследовательские и производственные организации занимаются созданием и исследованием ручных молотков со сниженной вибрацией. К таким организациям следует отнести: Государственный завод пневматических машин «Пневматика» (г. Ленинград), Институт горного дела имени А. А. Скочинского, Институт горного дела СО АН СССР, Томский электромеханический завод, ЦКБ по механизированному инструменту (г. Москва), Новосибирский электротехнический институт и многие другие. В течение ряда лет в этом направлении работает и Томский политехнический институт [1, 2].

В настоящей работе описывается новая конструкция ручного пневматического молотка с виброгашением, созданная авторами в 1964 году, а также рассматриваются некоторые вопросы конструирования таких молотков.

На рис. 1 приведена конструкция разработанного пневматического рубильного молотка. Рукоятка 1 (рис. 1) посредством упругого звена — конусной пружины 2, которая опирается на промежуточное звено 3, служащее для закрепления воздухораспределительного устройства 4, отделена от ствола 5 молотка.

По стволу 5 вместе с рукояткой 1 в осевом направлении перемещается ложный ствол 6.

При аварийных режимах работы молотка ударник 7 ударяет по виброгасящей буксе 8, на которую надеты резиновые втулки (виброгасители) 9 и 10. Упомянутые удары через виброгаситель 10 передаются передней гайке 11 и затем на ствол 5. Виброгаситель 9 служит для смягчения соударений между стволом и рабочим инструментом 12. Соударения вызываются обратными ударами зубила, пики или обжимки, а также реактивными силами при посадке ствола на ограничительный буртик инструмента [1].

Отличительными особенностями данной принципиальной схемы молотков являются:

а) использование конусных пружин, устанавливаемых в качестве упругих элементов между рукояткой и стволом;

- б) использование специальной виброгасящей буксы, уменьшающей вибрацию молотка от действия ряда сил, а именно, ударов ударника по перемычке, обратных ударов рабочего инструмента по корпусу и реактивных сил при посадке на буртик инструмента;
- в) подвод сжатого воздуха от рукоятки до воздухораспределительного устройства осуществляется по гибкому шлангу;
- г) наличие кожуха или ложного ствола.

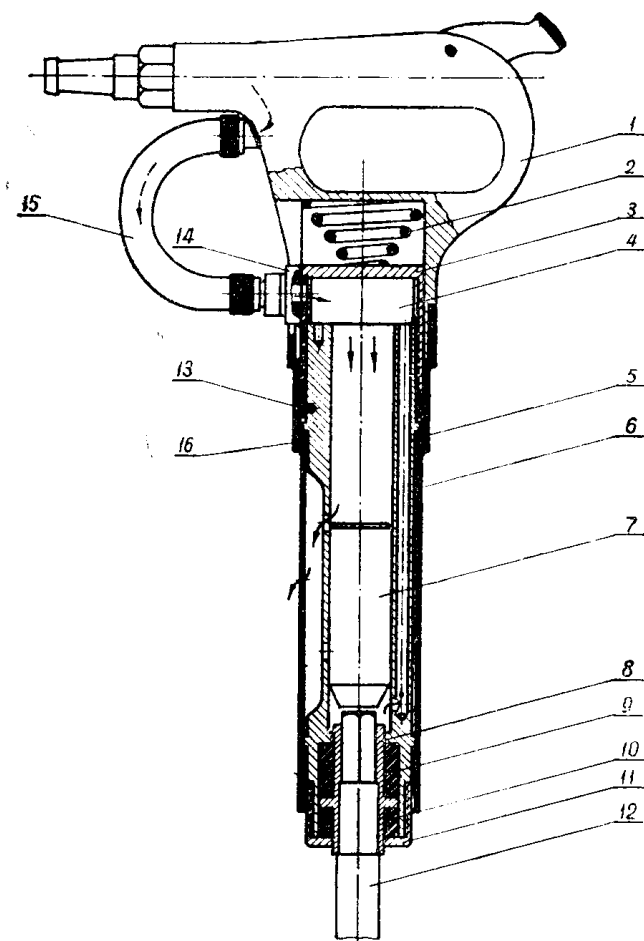


Рис. 1. Схема ручного пневматического молотка с виброгасящими устройствами.

1—рукоятка; 2—конусная пружина; 3—промежуточное звено; 4—воздухораспределительное устройство; 5—ствол; 6—ложный ствол; 7—ударник; 8—букса; 9 и 10—резиновые втулки; 11—гайка передняя; 12—рабочий инструмент; 13—стопор; 14 фиксатор промежуточного звена; 15—шланг гибкий; 16—кольцо резиновое.

Поясним эти особенности, являющиеся по существу достоинствами рассматриваемой конструкции молотка.

Упругое звено, отделяющее рукоятку от ствола, можно расположить непосредственно в полости тела рукоятки, как это показано на рис. 1, или в боковой части молотка. Последняя схема расположения пружин применялась в ранее созданных конструкциях молотков [2]. При установке пружин в рукоятке длина полости L определяется из выражения:

$$L = l + k,$$

где l — длина сжатой пружины;

k — конструктивно задаваемое перемещение рукоятки относительно ствола принимается равным 25–30 мм в зависимости от величины амплитуды вибрации.

Для цилиндрической пружины (рис. 2, а)

$$l = d \cdot n,$$

где d — диаметр проволоки пружины;

n — число витков пружины.

Для конусной пружины, при сжатии которой витки располагаются в плоскую спираль, величина l равна диаметру ее проволоки. Таким образом, применение конусной пружины позволяет уменьшить длину полости, в которой размещается упругое звено. Если принять во внимание то, что боковое расположение пружин [2] увеличивает вес молотка и ухудшает эстетическое оформление машины, то использование конусных пружин имеет ряд очевидных преимуществ по сравнению с цилиндрическими пружинами.

Для смягчения ударов бойка по стволу, которые вызывают колебательные движения с большим смещением и приводят к разрушению молотка, в настоящее время применяют в основном один способ, а именно, в передней полости создают воздушный буфер. Однако эта мера предохранения не всегда эффективна ввиду некачественной обработки трущихся поверхностей: ствола-ударника, хвостовика рабочего инструмента — концевой буквы [1].

Снижение вибрации молотка, возникающей от соударений ствола с рабочим инструментом, осуществляется в большинстве случаев путем установки амортизаторов между стволом и ограничительным буртиком инструмента. Несомненно, при этом достигается какой-то эффект. Учитывая упомянутое, нами и была разработана специальная виброгасящая букса (рис. 1), резиновые амортизаторы которой способствуют снижению вибрации, обусловленной соударениями корпуса с инструментом и ударником, и предохраняют ствол от разрушения.

При конструировании пневматических молотков с упругими рукоятками возникают значительные затруднения в передаче сжатого воздуха от впускного клапана, размещенного в рукоятке, к распределительному устройству. Это замечание относится к рубильно-клепальным молоткам. Известны два способа подвода воздуха: через конструктивные элементы рукоятки и ствола с герметизацией сопряженных поверхностей и посредством гибкого звена (шланга).

В первом случае подвод воздуха может осуществляться конструктивно по-разному (см. [2] и рис. 2, б). По схеме, изображенной на рис. 2, б, длина полости равна

$$L = 2 \kappa + C,$$

где C — величина перекрытия сопряженных элементов рукоятки и ствола (промежуточного звена).

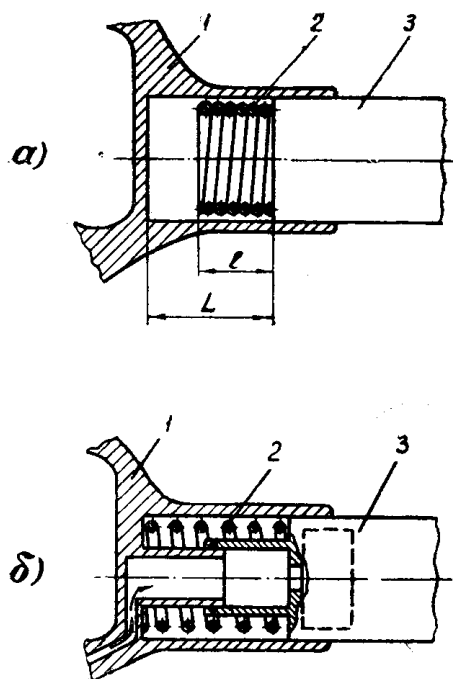


Рис. 2. Схемы расположения пружины (а) и подвода сжатого воздуха к распределительному устройству (б) 1 — рукоятка; 2 — пружина; 3 — ствол.

Значение C выбирается из условий герметизации взаимноперемещающихся элементов. Недостатками рассмотренной схемы передачи воздуха являются:

а) наличие дополнительного трения между рукояткой и стволом, что снижает эффект виброгашения;

б) увеличение длины и веса создаваемого молотка;

в) сложность изготовления и ненадежность работы соединения.

В связи с изложенным, мы отказались от этой схемы и стали создавать молотки с передачей сжатого воздуха по гибкому шлангу (рис. 115). Следует отметить, что опыт создания таких молотков уже имелся ранее. Центральное конструкторское бюро по механизированному инструменту разрабатывало малогабаритные клепальные молотки с подобным подводом воздуха в предзолотниковую камеру. В нашей конструкции молотка гибкий шланг расположен снаружи и не защищен от возможных повреждений.

Недостатком принятой схемы передачи воздуха является то, что при этом ухудшается эстетическое оформление машины.

При работе клепальными, отбойными и в некоторых случаях рубильными молотками рабочий управляет ими, поддерживая левой рукой переднюю часть. Для уменьшения воздействия вибрации на эту руку рабочего предназначен ложный ствол [1, 2]. Наряду с этим ложный ствол защищает внутренний ствол от случайных внешних повреждений. Упомянутое дает возможность снизить вес ствола путем уменьшения его наружного диаметра.

Молоток (рис. 1) изготовлен на основе молотка МР-6, но, несмотря на наличие дополнительных виброгасящих устройств, весит 5,7 кг (табл. 1). Это осуществлено за счет введения следующих изменений в конструкции.

В стволе 5 (рис. 1), кроме двух диаметрально расположенных каналов, по которым воздух поступает в переднюю полость, других продольных каналов нет. В связи с этим стал возможным ствол молотка с обеих сторон профрезеровать, что уменьшило вес машины (табл. 1). Выхлопные отверстия просверлены непосредственно по радиусу ствола без продольных каналов, как это имеет место в молотках типа МР и КЕ, выпускаемых Томским электромеханическим заводом [3].

Технические показатели молотка с виброгасящими устройствами, получившего название МРВ-16, в сравнении с молотком МР-6 приведены в табл. 1. Показатели соответствуют работе молотков при давлении воздуха в сети 5 ати.

Сборка молотка производится следующим образом. На буксу 8 (рис. 1) надеваются резиновые втулки 9 и 10. Букса вставляется в полость передней части молотка и после этого наворачивается гайка 11. Собирается воздухораспределительное устройство 4 и с помощью промежуточного звена 3 и штифтов (на рисунке они не показаны) закрепляется на стволе путем навинчивания. Промежуточное звено фиксируется стопором 13 таким же образом, как и рукоятка молотков типа МР и КЕ. На ствол одевается резиновое кольцо 16 до упора в выступ ствола. Установив рукоятку в вертикальном положении вниз державкой, в полость вставляются конусная пружина большим основанием вниз и промежуточное звено со стволом так, чтобы приваренный к звену фиксатор 14 попал в продольный вырез тела рукоятки. Через ствол сверху одевается ложный ствол и свинчивается с рукояткой. Ложный ствол в своем основании имеет также продольный вырез для фиксатора промежуточного звена.

По мере свинчивания вставленным рабочим инструментом сжимают пружину для того, чтобы фиксатор не входил в продольный вырез ложного ствола и тем самым не препятствовал свинчиванию.

Таблица 1

№ пп.	Наименование показателей	Типы молотков	
		МР-6	МРВ-16
1	Энергия удара, кгм	1,6	1,6
2	Частота ударов в минуту	1600	1600
3	Ударная мощность, л. с.	0,57	0,57
4	Амплитуда вибрации рукоятки, мм	1,6	0,1—0,2
5	Вес ствола, кг	2,8	1,7
6	Вес рукоятки, кг	2,14	1,8
7	Общий вес, кг	6,0	5,7
8	Длина, мм	360	390
9	Число деталей, шт.	17	33

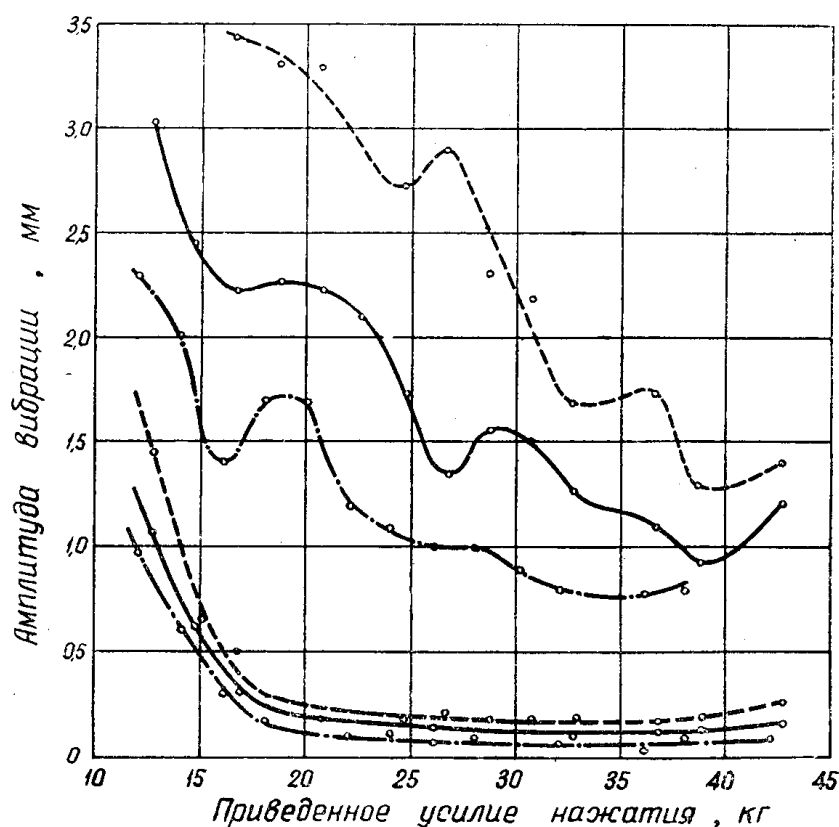


Рис. 3. Зависимость амплитуды вибрации ствола и рукоятки от усилия нажатия.
 6 ати; ————— 5 ати; ———— 4 ати.

После всех перечисленных операций производится подсоединение гибкого шланга. Эта заключительная операция при сборке не представляет затруднений. Разборка молотка осуществляется в обратном порядке.

По описанной схеме молотка (рис. 1) на экспериментальном участке Томского электромеханического завода были изготовлены два экземпляра молотка типа МРВ-6 и исследованы в лаборатории пневматических машин института. На основании этих исследований молоток МРВ-6 был усовершенствован и в дальнейшем назван МРВ-16 (табл. 1). На рис. 3 представлены результаты исследования молотка МРВ-6.

В верхней части рис. 3 изображены амплитудно-силовые зависимости [4] для ствола и в нижней — для рукоятки. Характер изменения амплитуды вибрации ствола от усилия нажатия подобен таким же зависимостям, установленным для серийных молотков [1, 4]. Однако наличие амортизаторов в передней части молотка (9 и 10, рис. 1) позволяет уменьшить размах колебаний ствола в предельно основном режиме работы и от действия обратных ударов инструмента. При давлении воздуха в сети 5 ати (верхняя средняя кривая) предельно основной режим наступает при усилии нажатия $18 \div 20$ кг, а максимальная сила обратных ударов зарегистрирована при усилии нажатия 29 кг. Амплитуда вибрации рукоятки в рабочей зоне молотка (усилие нажатия $18 \div 30$ кг) намного меньше амплитуды вибрации ствола и составляет $0,2 \div 0,3$ мм. По сравнению с молотком МР-6, на базе которого создана исследованная машина, амплитуда вибрации рукоятки снижена в $8 \div 10$ раз, то есть эффект виброгашения получен довольно значительный. В настоящее время авторы продолжают совершенствовать конструкции создаваемых молотков.

Выводы

1. Для снижения воздействия вибрации на организм человека создана новая принципиальная схема молотка с виброгасящими устройствами. Изготовленные по этой схеме молотки довольно просты по конструкции и вес их не превышает веса серийно выпускаемых молотков с такими же энергетическими показателями (табл. 1).

2. Особенности разработанных конструкций молотков являются:

а) применение конусной пружины в качестве упругого звена, устанавливаемого между рукояткой и стволом молотка, что дает возможность создавать молотки с меньшей длиной и весом;

б) использование специальной виброгасящей буксы, позволяющей снижать вибрацию ствола, обусловленную соударениями с рабочим инструментом;

в) использование ложного ствола в качестве защиты левой руки рабочего от воздействия вибрации и защиты внутреннего ствола от внешних повреждений, учитывая последнее представляется возможным снизить вес создаваемой машины.

3. Результаты испытаний показали, что введение предложенных виброгасящих устройств позволяет уменьшить амплитуду вибрации рукоятки в $8 \div 10$ раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Бабуров. Исследование пневматических рубильно-клепальных молотков. Кандидатская диссертация. Томск, 1964.
2. В. Ф. Горбунов, В. И. Копытов, И. Ф. Высоцкий. Некоторые результаты исследования опытного образца отбойного молотка с упругой рукояткой. Изв. вузов. Машиностроение; № 10, 1963.
3. В. И. Бабуров, В. Ф. Горбунов. Исследование внутренних процессов и параметров рубильных и клепальных молотков. Известия ТПИ, т. 123, 1963.
4. В. Ф. Горбунов, В. И. Бабуров, Ю. А. Опарин, Л. С. Редутинский. Оценка вибрационных характеристик рубильно-клепальных молотков по санитарным нормам. Известия ТПИ, т. 129, 1965.