

ИССЛЕДОВАНИЯ МАШИНЫ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ С ПОДВИЖНЫМ УДАРНЫМ МЕХАНИЗМОМ

Доброборский Б.С., Овчаров А.А.

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Санкт-Петербург, Россия (190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4), e-mail: rector@spbgasu.ru

В работе рассмотрены проблемы необходимости большого усилия подачи пневматических, электрических и гидравлических машин ударного действия для их эффективной работы. Рассмотрена возможность решения этой проблемы путем применения нового принципа передачи ударов от поршня-ударника рабочему инструменту. Этот принцип состоит в сопряжении рабочего инструмента с рукояткой или узлами крепления этих машин вместо корпуса. При этом колебания корпуса не оказывают существенного влияния на работу ударного механизма. Для проверки возможности использования существующих ударных механизмов в машинах, работающих по новому принципу, разработан и апробирован действующий макет пневматического отбойного молотка с применением такого ударного механизма. В результате проведенных исследований доказана принципиальная возможность создания таких машин.

Ключевые слова: ручной, переносный, пневматический, ударный, податчик, подающее, устройство.

RESEARCH IMPACT MACHINE WITH MOVABLE HAMMER MECHANISM

Dobroborskiy B.S., Ovcharov A.A.

Saint-Petersburg state university of architecture and civil engineering, Saint-Petersburg, Russia (190005, Saint-Petersburg, street 2-d Krasnoarmeiskaya, 4), e-mail: rector@spbgasu.ru

The paper deals with the problem of having a lot of effort supply pneumatic, electric and hydraulic machines percussion for their effective work and the ability to solve it through the use of a new principle of the transmission of shocks from the piston-drummer working tool, using existing mechanisms of shock. This principle is to interface the working tool with a handle or attachment points of these machines instead of the body. This is in the shell does not have a significant impact on the work of the striking mechanism. To test the possibility of using existing mechanisms drum machines, working on a new principle, developed and tested a working model of a pneumatic jackhammer using existing impactor. The studies proved possible in principle to the establishment of such machines.

Keywords: manual, portable, pneumatic hammer, feeder, feeding, device.

Исследования, проведенные в области решения проблем усилия подачи ручных и переносных машин ударного действия, в частности системы «корпус-ударник» [3; 4], показали принципиальную возможность создания таких конструкций, которые не требуют значительных усилий подачи.

Поскольку для разработки принципиально новых конструкций таких машин требуется значительное время и средства на предварительные исследования, испытания и прочее, большой интерес представляет анализ возможности применения в таких машинах уже существующих ударных механизмов, широко применяемых в промышленности.

Здесь необходимо отметить, что конструкции существующих машин ударного действия, такие как отбойные молотки и бетоноломы, рубильные молотки и другие, использующие для своей работы пневматическую, электрическую или гидравлическую энергию [2; 5; 6], содержат идентичные по принципу действия ударные механизмы.

В состав таких машин входит ударный элемент, например боек-ударник, не

сопряженный кинематически с другими деталями этих машин, который производит возвратно-поступательные движения в стволе машины. Кинетическая энергия, которая передается бойку-ударнику для нанесения удара по рабочему инструменту, создается за счет воздействия на него сжатого воздуха, поступающего из компрессора для пневматических машин либо формирующегося в соответствующих механизмах электрических и гидравлических машин.

Применение сжатого воздуха для работы ударных механизмов обусловлено его способностью изменять свой объем и давление, что позволяет избегать нанесения ударов по деталям и узлам этих машин, безусловно, вызывая их деформацию и выход из строя.

Особенностью конструкций рассматриваемых машин является то, что рабочий инструмент, посредством которого производится удар по разрушаемому объекту, механически сопряжен с корпусом или стволом этих машин [2; 5; 6].

В качестве примеров на рис. 1, 2 и 3 приведены типовые конструкции пневматического, электрического и гидравлического отбойных молотков.

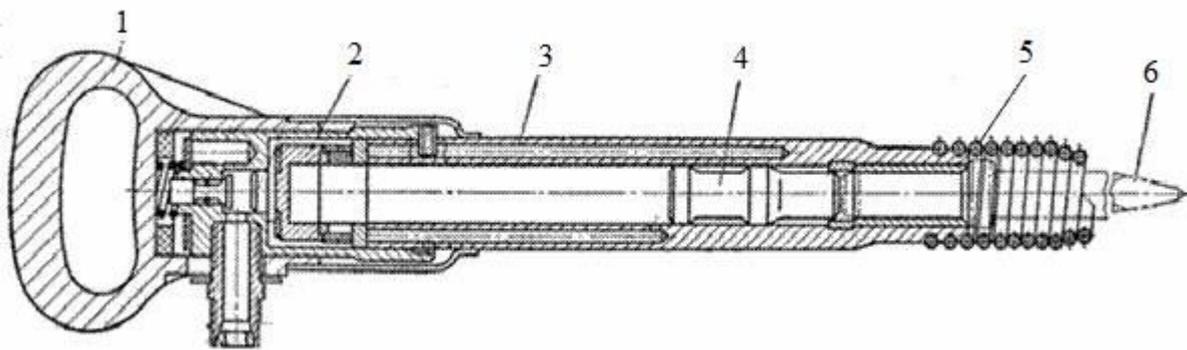


Рис. 1. Конструкция ручного пневматического отбойного молотка.

Как видно из рис. 1, конструкция ручного пневматического отбойного молотка содержит рукоятку 1, золотниковую коробку 2, ствол 3 с воздушными каналами, боек-ударник 4, пружину 5 и рабочий инструмент 6.

При своей работе сжатый воздух, поступающий из сети, с помощью золотниковой коробки 2 поступает в ствол 3 по соответствующим воздушным каналам попеременно слева или справа от бойка ударника 4, который под действием этого воздуха совершает возвратно-поступательные движения, нанося удары по рабочему инструменту 6, прикрепленному к стволу с помощью пружины 5, в конце своего рабочего хода.



Рис. 2. Схема ударного механизма электрического отбойного молотка.

Как видно из рис. 2, ударный механизм электрического отбойного молотка содержит кривошипно-ползунный механизм 1, ствол 2, поршень 3, боек-ударник 4, патрон 5 и рабочий инструмент 6.

При работе маховик кривошипно-ползунного механизма приводится во вращение электродвигателем с соответствующим приводом. При этом поршень 3 производит возвратно-поступательные движения вдоль ствола 2, а боек-ударник 4 также начинает возвратно-поступательные движения под действием воздуха между ним и поршнем 3 - под действием повышенного давления при движении поршня 3 вправо, и уменьшенного при движении поршня 3 влево.

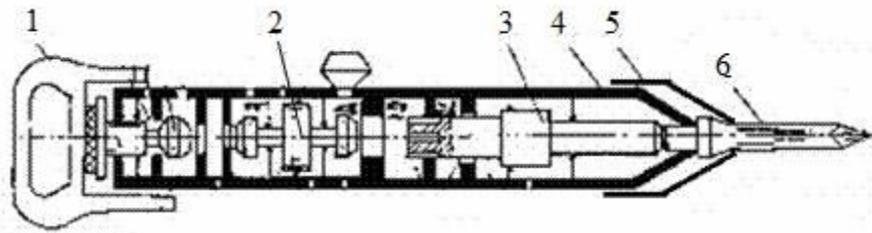


Рис. 3. Схема ударного механизма гидравлического отбойного молотка.

Как видно из рис. 3, основными элементами ударного механизма гидравлического отбойного молотка являются рукоятка 1, поршень-клапан 2, поршень-бойк 3, корпус 4, колпак 5 и рабочий инструмент 6.

В результате работы гидравлического механизма поршень-клапан 2 производит возвратно-поступательные движения. При его движении вправо между ним и поршнем-бойком возникает повышенное давление воздуха, в результате чего поршень-бойк начинает двигаться вправо и производит удар по рабочему инструменту. При движении поршня-бойка влево происходит уменьшение давления воздуха между ним и поршнем-бойком, в результате чего последний начинает двигаться влево [6].

Во всех трех случаях при перемещениях элементов ударных механизмов возникают реактивные силы, стремящиеся переместить корпус в противоположном направлении, увлекая за собой и рабочий инструмент.

Это приводит к отсутствию контакта между рабочим инструментом и разрушаемым материалом в момент удара и, соответственно, низкой производительности таких машин. Для обеспечения их оптимальной работы необходимо приложение значительных сил подачи, создаваемых операторами – от 400 Н и более, что практически невозможно.

Однако работами [3; 4] установлено, что эта проблема может быть решена путем применения другой схемы передачи удара от поршня-ударника к рабочему инструменту, при

которой рабочий инструмент устанавливается в устройство, сопряженное с рукояткой либо другим управляющим устройством вместо корпуса. При этом корпус совершает возвратно-поступательные движения под действием реактивных сил, существенно не влияя на рабочие процессы машины ударного действия.

Целью настоящей работы являлось определение возможности применения уже существующих ударных механизмов, применяемых в пневматических, электрических и гидравлических машинах, в машине с новой схемой передачи удара.

Для решения этого вопроса ООО «СПбГАСУ-Дорсервис» при участии авторов была произведена разработка и изготовление действующего макета пневматического отбойного молотка новой конструкции МО-4Д с использованием ударного механизма пневматического отбойного молотка типа МОП-4 производства ООО «Томский завод Кузнецова».

На рис. 4 показан внешний вид действующего макета пневматического отбойного молотка МО-4Д, а на рис. 5 – эскиз разработанной конструкции.



Рис. 4. Действующий макет пневматического отбойного молотка МО-4Д.

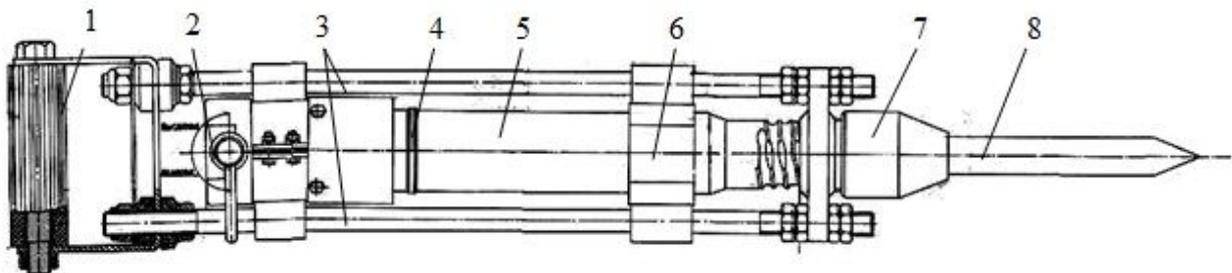


Рис. 5. Конструкция действующего макета пневматического отбойного молотка МО-4Д.

Как видно из рис. 5, пневматический молоток МО-4Д содержит рукоятку 1, кран 2, направляющие стержни 3, золотниковую коробку 4 и ствол 5 (конструкции ООО «Томский завод Кузнецова»), хомуты 6, колпак 7 и рабочий инструмент 8.

В отличие от обычных пневматических молотков, в МО-4Д колпак 7 и рабочий инструмент 8 посредством направляющих стержней 3 сопряжен с рукояткой 1 и не сопряжен со стволом 5.

При работе молотка сжатый воздух через кран 2 поступает в золотниковую коробку 4 и

ствол 5, содержащий поршень-ударник. При этом поршень-ударник начинает производить обратно-поступательные движения, ударяя в конце своего прямого хода по рабочему инструменту 8, закрепленному колпаком 7.

При прямом ходе поршня-ударника ствол 5 за счет реактивных сил начинает двигаться в противоположную сторону, скользя по направляющим стержням 3. При обратном ходе поршня-ударника ствол, скользя по направляющим стержням 3, возвращается в исходное положение. При этом вибрация ствола никак не передается рукоятке и не влияет на положение рабочего инструмента.

В свою очередь рабочий инструмент, сопряженный с рукояткой посредством направляющих стержней, прижимается оператором с незначительным усилием к разрушаемому материалу, создавая необходимый контакт в момент удара бойка-ударника по рабочему инструменту.

Таким образом, в отличие от типовых машин ударного действия, разработанная конструкция обеспечивает необходимые условия для передачи энергии удара разрушаемому материалу.

Для экспериментальной проверки работоспособности разработанной конструкции нами была проведена апробация действующего макета отбойного молотка с участием фирмы ООО «Элин-Техно».

Результаты апробации приведены в таблице.

Результаты апробации работы действующего макета пневматического отбойного молотка МО-4Д

№	Параметр	Результаты
1	Давление сжатого воздуха, мПа	Менялось от 0 до 0,5
2	Разрушаемый материал	Железобетонная плита
3	Направление работы отбойного молотка	Вертикально вниз
4	Величина усилия подачи оператора	Усилие не прикладывалось
5	Амплитуда колебаний корпуса, мм	8-10
6	Частота ударов рабочего инструмента	Совпадала с частотой ударов бойка-ударника
7	Масса, кг	12
8	Масса отбойного молотка МОП-4, кг	9

Как видно из таблицы, каждый удар бойка-ударника по рабочему инструменту производился в условиях прижатия инструмента к разрушаемому материалу за счет силы тяжести пневматического молотка, в связи с чем, частота ударов рабочего инструмента

совпадала с частотой ударов бойка-ударника.

В связи с тем, что разрушение бетона происходило достаточно интенсивно, измерить вибрацию рукояток, связанную с кратковременными движениями рабочего инструмента вслед за разрушаемым бетоном, не удалось.

Повышение массы действующего образца пневматического отбойного молотка по сравнению с аналогом на 3 кг в данном случае не критично, так как на данном этапе задача сохранения массы молотка новой конструкции не ставилась.

Проведенные исследования показали, что в результате сопряжения рукоятки отбойного молотка с рабочим инструментом без кинематической связи с корпусом обеспечивают контакт рабочего инструмента с разрушаемым материалом, в результате чего энергия каждого удара бойка-ударника по рабочему инструменту передается на разрушаемый материал при выполнении условия работы ударного механизма в штатном режиме.

Это дает основания полагать целесообразным разработку промышленных образцов машин ударного действия с использованием имеющихся конструкций ударных механизмов, причем применительно к ручным и переносным машинам при условии сохранения массы.

Список литературы

1. Алимов О.Д. Расчет динамического внедрения инструмента в обрабатываемую среду / О.Д. Алимов, В.К. Манжосов, Э.Е. Еремьянц, Ю.В. Невенчатый. – Фрунзе : Илим, 1980. – 44 с.
2. Волков С.А. Строительные машины / С.А. Волков, С.А. Евтюков. – СПб. : ДНК. – 2008. – 704 с.
3. Доброборский Б.С. Анализ путей повышения эффективности ручных и переносных пневматических машин ударного действия // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. - URL: www.science-education.ru/117-13586 (дата обращения: 24.09.2014).
4. Доброборский Б.С. Теоретический анализ работы ударного механизма пневматического молотка системы «корпус-ударник» // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. - URL: www.science-education.ru/118-13930 (дата обращения: 24.09.2014).
5. Кусницын Г.И. Пневматические ручные машины. Справочник / Г.И. Кусницын и др. – Л. : Машиностроение, 1968. – 376 с.
6. Селивра С.А. Разработка гидравлических механизмов ударного действия различной мощности / С.А. Селивра, Т.А. Устименко, А.Ф. Яценко // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия «Горно-электромеханическая». – 2009. – Вып. 17 (157). - С. 235.

Рецензенты:

Максимов С.Е., д.т.н., профессор, генеральный директор Научно-производственной компании

«НТМТ», г. Гатчина.

Ушаков А.И., д.т.н., профессор, директор ООО «Научно-производственный Информационно-консультационный центр», г. Санкт-Петербург.