

**К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ УДАРНЫХ ПРОЦЕССОВ ГИДРОМОЛОТОВ****Корчуганов В.А.***Сибирский государственный индустриальный университет, г.Новокузнецк***Ключевые слова:** гидромолот, удар, импульс, разрушение.**Аннотация.** Статья посвящена вопросам совершенствования гидравлических молотов, предназначенных для разрушения различных объектов. Приводятся результаты литературного анализа и патентного поиска в области создания гидромолотов. Ставятся задачи научных исследований по проблеме рационального проектирования гидромолотов различного назначения.**TO THE QUESTION ABOUT RESEARCH OF IMPACT PROCESSES OF HYDRAULIC HAMMERS****Korchuganov V.A.***Siberian State Industrial University, Novokuznetsk***Keywords:** hydraulic hammer, impact, impulse, destruction.**Abstract.** The article is devoted to the improvement of hydraulic hammers designed for the destruction of various objects. The results of the literature analysis and patent search in the field of creating hydraulic hammers are presented. The tasks of scientific research on the problem of rational design of hydraulic hammers for various purposes are set.

Гидромолот – это дополнительное приспособление для экскаваторов, которое работает за счет мощности спецтехники. Это оборудование может быть укомплектовано несколькими видами насадок для работы с разными поверхностями. Принцип работы аналогичен отбойному молотку, который используется для демонтажа асфальта на дороге.

Гидромолоты применяются в современной промышленности, строительстве, горном деле, используется в коммунальном хозяйстве и других отраслях [1-3]. Гидроимпульсные средства механизации имеют большое разнообразие. Проблема совершенствования, создания новых, перспективных гидроударных устройств, которые обеспечивают надежную работу машин, обладающих высоким коэффициентом полезного действия (КПД) при выполнении различных специальных работ, является актуальной.

Современный этап развития гидроударных средств механизации сопровождается повышением эффективности гидроимпульсных систем, совершенствованием их конструкций и основан на полном системном анализе функционирования всех элементов системы и их компьютерном моделировании.

При моделировании сложных динамических систем для проектирования гидроударников применяются различные системы проектирования: AutoCAD, Maple, EXCEL, MATLAB, КОМПАС, Pro/Engineer, T-Flex CAD и др.

Проблема совершенствования, разработки эффективных рабочих органов, методов моделирования гидроударных устройств для рабочих органов экскаваторов на основе компьютерных технологий представляется весьма практически значимой.

Работы в направлении создания горных машин с гидроударными приводами начались в 1955-60-е годы. Ведущими производителями в этой отрасли являются иностранные компании Krupp (Германия), Montabert (Франция) и Rohon (Финляндия). Известно, что в 1957 году фирма Raumont (США) получила патент на конструкцию молота с гидроприводом для забивки свай, в 1963 году компания Krupp запатентовала, а в 1967 году выпустила на рынок первый в мире гидравлический молот NM400. Чуть позже Монтабер выпустил гидравлический молоток BRH501.

Одним из главных организаций, начавших исследования в этой области на постсоветском пространстве, являются Научно-исследовательский институт "Стройдормаш", Институт горного дела и гидродинамики им. Скочинского СО АН СССР, Институт автоматики и СКБ "Импульс" АН Киргизии, ИГД АН Казахской ССР, ЦНИИ "Подъеммаш", Нипигормаш и др. Первый советский гидромолот был изготовлен в 1968 году специалистами Научно-исследовательского института "Стройдормаш". Разработка импульсного гидропривода (ИГП) в СССР шла не так быстро, как за рубежом, что было обусловлено высокими требованиями к точности обработки деталей и использованию высококачественных материалов. В 1977г. на Ковровском экскаваторном заводе началось серийное производство гидромолота СП62, на Калининском экскаваторном заводе в 1980г. – производство гидромолота СП-71. С 1982 по 1992 год на Минском заводе «Белремкоммунмаш» осуществлялось производство гидромолотов СОТ-183 с энергией удара 1,8 кДж. В 1994 году на Тверском экскаваторном заводе в серийное производство был запущен гидромолот МГ-300. В настоящее время гидромолот МГ-300 производится на нескольких российских предприятиях.

Несмотря на тяжелые экономические времена для отрасли во время распада СССР, многие компании продолжали работать над совершенствованием гидравлических ударных машин. Так, в 90-е годы производство гидромолотов серии «Импульс» (И-200, И-300М, И-310) освоено ООО «НТ-Парк ГМ». Специалисты Тверского завода разработали и изготовили модели гидромолотов НМ-220, НМ-330, НМ-440, схематическое изображение которых идентично МГ-300. В настоящее время гидромолоты производятся на нескольких предприятиях: ООО «Компания Традиция-К», ООО «Златоустовский дноуглубительный завод Златекс», ООО «ТВЭКС», СП «Невьянский машиностроительный завод» и др.

Рассмотрим известные работы, связанные с модернизацией гидроимпульсной техники.

1. Диссертация Ределина Р.А. «Повышение эффективности отбойного гидравлического молота строительного-дорожного машины» [4]. Целью данной работы является определение параметров гидравлического отбойного молотка, обеспечивающих максимальную частоту и заданную энергию удара при известной напорно-расходной характеристике гидронасоса и допустимой силе удара (отдачи) на базовой машине, увеличивающих точность математического моделирования с учетом изменяющихся сил трения в уплотнительных узлах, температуры и свойств рабочих сред, размеров пространств в движущихся парах (корпус - ударник, корпус - золотник).

2. Диссертационная работа Ереско Т.Т «Совершенствование конструкций и рабочего процесса гидропневмоагрегатов ударного действия» [5]. В данной работе рассматривается совершенствование конструкции и рабочий процесс гидропневмоударника с целью повышения его эффективности на протяжении всего цикла работы.

3. Диссертация Решетниковой О.С. «Обоснование параметров энергоэффективного гидравлического ударного механизма для разрушения горных пород» [6]. Исследование посвящено обоснованию параметров гидроударного механизма с учетом новой гидрокинематической схемы и модульного принципа действия блока управления, что позволяет повысить КПД двигателя и технологичность конструкции.

4. Диссертационное исследование Галдина В.Н. «Совершенствование гидравлического ударного устройства активного рабочего органа экскаватора» [7]. В данной работе рассматривается эффективность активных рабочих органов экскаваторов на базе гидроударных устройств.

5. Диссертация Бедриной Е.А. «Обоснование основных параметров гидроударников для ковшей активного действия экскаватора» [8]. Цель работы – обоснование применения активных рабочих органов на горных машинах для разработки разнопрочных пород.

6. Диссертация Щекочихина А.В. «Повышение эффективности гидропневматической силовой импульсной системы многоцелевой строительного-дорожного машины» [9]. Цель работы – повышение эффективности гидропневматической силовой импульсной системы за счет обеспечения установившегося режима работы, при заданной её энерговооружённости.

7. Диссертационное исследование Кравченко В.А. «Создание гидравлических устройств ударного действия с пониженной удельной металлоемкостью для разрушения горных пород» [10]. Цель работы – создание гидравлических устройств ударного действия с пониженной удельной металлоемкостью и управляемой камерой рабочего хода для разрушения горных пород на основе теоретических и экспериментальных исследований кинематики и динамики рабочего цикла с использованием разработанной математической модели и натуральных образцов.

Обратимся к известным проектам гидроударных устройств. К настоящему времени запатентованными являются несколько гидромолотов, приведенных ниже, каждый из которых может найти рациональное применение для выполнения определенного вида работ.

1. В 2016г. был запатентован гидромолот [11], отличающийся тем, что гидромолот содержит корпус с напорным и сливным каналами и с установленным в нем бойком с возможностью возвратно-поступательного движения для передачи импульса силы на рабочий инструмент, имеющий напорный канал, переливной канал, сливной канал и канал управления, и в верхней части которого выполнено отверстие, в котором расположен управляющий золотник, содержащий каналы управления и образующий с бойком полость управления, при этом боёк образует с корпусом полость давления, переливную полость и сливную полость, причем, напорная полость через напорный канал корпуса соединена с напорной линией, а сливная полость через сливной канал корпуса соединена со сливной линией.

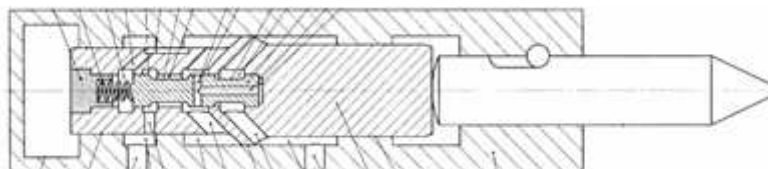


Рис. 1. Гидромолот по патенту № 2623159

2. Патент № 2631463 [12] выдан на гидромолот, характеризующийся тем, что содержит корпус, в котором установлены ударный механизм, буска с расположенным в ней рабочим инструментом, верхний эластичный буфер для позиционирования и гашения вибрационных нагрузок ударного механизма и нижний эластичный буфер для позиционирования и гашения вибрационных нагрузок буски, при этом между корпусом и буской установлена, по меньшей мере, одна охватывающая деталь, фиксирующая и позиционирующая буску относительно корпуса, при этом внутренняя поверхность охватывающей детали и наружная поверхность буски выполнены конусообразной формы, сужающейся кверху или книзу.

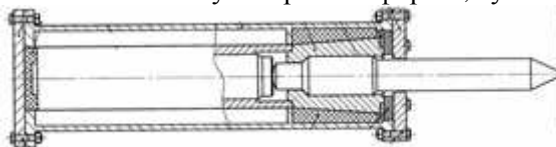


Рис. 2. Гидромолот по патенту № 2631463

3. Патент №2643244 на гидромолот [13], характеризующийся тем, что содержит корпус с напорным и сливным каналами и с установленным в нем с возможностью возвратно-поступательного движения бойком для передачи импульса силы рабочему инструменту, имеющим напорный канал, переливной канал, сливной канал и канал управления, и в верхней части которого выполнено отверстие, в котором расположен золотник управления, при этом боек образует с корпусом напорную полость, переливную полость для выравнивания давления жидкости и сливную полость, а золотник управления выполнен с тремя поясками, причем диаметр верхнего пояска больше, чем диаметр нижнего, а средний поясок выполнен ступенчатым.

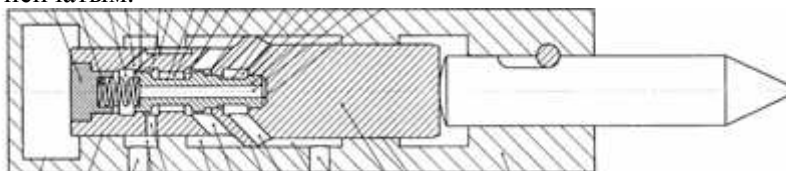


Рис. 3. Гидромолот по патенту №2643244

4. Патент №2695396 на гидромолот [14], содержащий корпус с напорным и сливным отверстиями и с расположенной в нем гильзой, выполненной с напорной проточкой и напорным отверстием, боек, размещенный в гильзе с возможностью возвратно-поступательного движения и взаимодействующий с рабочим инструментом, напорную и сливную магистрали, отличающийся тем, что на наружной поверхности гильзы выполнены кольцевые проточки и два диаметрально противоположных друг другу продольных канала, причем один из продольных каналов соединен с напорным отверстием гильзы, а другой через напорную проточку гильзы и напорное отверстие корпуса соединен с напорной магистралью, при этом оба продольных канала выполнены с возможностью пересечения по меньшей мере с одной кольцевой проточкой гильзы.

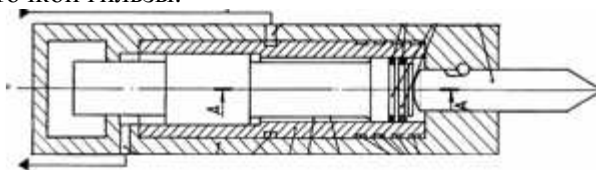


Рис. 4. Гидромолот по патенту №2695396

5. Патент № 2517290 на гидромолот [15] для забивания свай, содержащий трубчатый корпус, ударную массу, два гидроцилиндра для подъема ударной массы, гидрораспределитель для управления потоками гидрожидкости, напорную и сливную гидролинии, отличающийся тем, что имеются два подъемно-сбрасывающих устройства на концах штоков гидроцилиндров с металлическими экранами, два бесконтактных датчика на трубчатом корпусе для взаимодействия с металлическими экранами, поршневые полости гидроцилиндров образуют запертый объем рабочей жидкости соединением их трубопроводом, а гидрораспределитель взаимодействует только со штоковыми полостями гидроцилиндров.

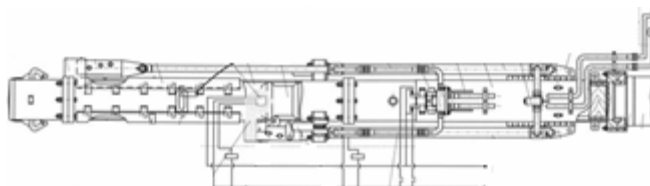


Рис. 5. Гидромолот по патенту №2517290

6. Патент № 179050 на гидромолот [16], содержащий корпус, в котором установлен ударный механизм с напорным и сливным каналами, взаимодействующий с рабочим инструментом для его возвратно-поступательные перемещения, отличающийся тем, что в корпусе выполнена полость со смазочным материалом и установлен насос, выполненный с возможностью подачи смазочного материала из полости в буксу для смазки установленного в ней рабочего инструмента.

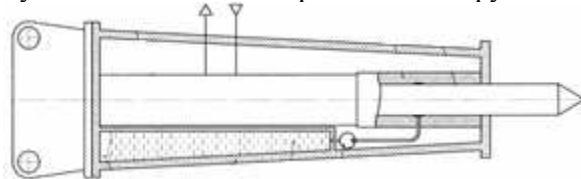


Рис. 6. Гидромолот по патенту № 179050

7. Патент № 2329356 на гидравлический молот [17], который имеет трубчатый корпус, ударную массу, способную совершать возвратно-поступательное движение относительно корпуса, гидравлический цилиндр для перемещения ударной массы, прикрепленной к корпусу, и имеющий поршень со штоком, соединенным с корпусом. К корпусу прикреплены два стержня, которые контактируют с ударной массой и направляют ее во время возвратно-поступательных движений. Обеспечивает упрощенную конструкцию и улучшенную технологичность гидравлического молота для снижения производственных затрат.

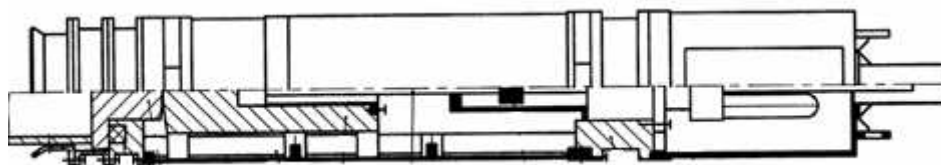


Рис. 7. Гидромолот по патенту № 2329356

8. Патент №188777 на полезную модель гидромолота [18]. Полезная модель относится к горнодобывающей и строительной отраслям и направлена на повышение надежности и эффективности гидравлического молота. Указанный технический результат достигается с помощью гидромолота, состоящего из напорных и дренажных магистралей. Корпуса с напорным и дренажными каналами, а также установленного в нем ударного механизма с возможностью возвратно-поступательного движения, с которым соединена напорная полость. Между напорной линией и сливной камерой ударного механизма установлен гидравлический фильтр.

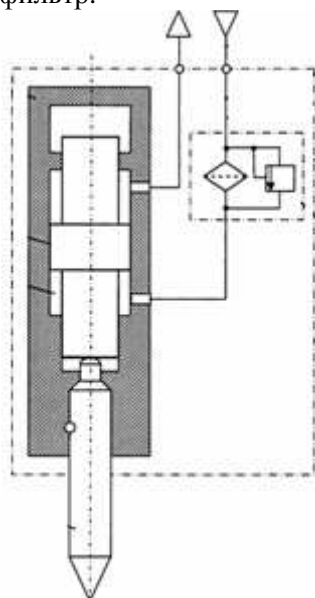


Рис. 8. Гидромолот по патенту №188777

9. Патент №131791 на полезную модель гидроударника [19], содержащего корпус с соосными цилиндрическими внутренними поверхностями, в одной из которых выполнены осевые винтовые шлицы, цилиндрический шток, на котором закреплен с возможностью перемещения относительно корпуса поршень с разрезными компрессионными кольцами, ниппель с ниппельной резьбой, присоединительная муфта с замковой резьбой, отличающийся тем, что на штоке выполнены осевые винтовые шлицы, комплементарные с осевыми винтовыми шлицами корпуса, разрезные

компрессионные кольца поршня установлены с уплотнением поршня относительно одной цилиндрической внутренней поверхности корпуса, на верхней части которой выполнены продольные пазы, на соосных цилиндрических внутренних поверхностях корпуса выполнены уплотнения с цилиндрическим штоком по обеим сторонам возможного перемещения поршня, присоединительная муфта с замковой резьбой выполнена на верхнем конце штока, присоединительный ниппель с ниппельной резьбой выполнен на нижнем конце корпуса.

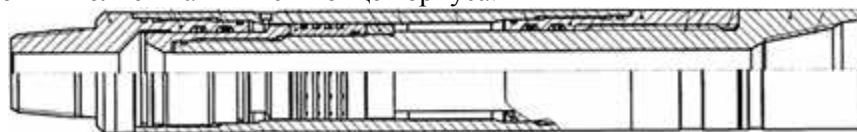


Рис. 9. Гидроударник по патенту №131791

Анализ литературных источников и результатов патентного поиска позволяет сформулировать задачи дальнейших научных исследований:

- анализ существующих конструкций гидромолотов с выявлением особенностей геометрии ударных узлов;
- определение механизма разрушения различными пиками отличающихся по своим физико-механическим свойствам материалов (горная порода, асфальтобетонное покрытие, кирпичное или бетонное перекрытие, металлургические материалы и т.п.);
- определение характеристик ударных импульсов, генерируемых гидромолотами с различными по форме бойками;
- поиск и обоснование путей рационализации оптимальных для разрушения силовых ударных импульсов;
- определение возможностей изменения геометрических параметров элементов ударных узлов гидромолотов, соответствующих оптимальным ударным импульсам, при согласовании с режимами гидродинамических процессов;
- разработка методов отыскания рациональных геометрических элементов ударных узлов гидромолотов и выработка конкретных технических решений.

#### Список литературы

1. Ушаков Л.С. Гидравлические машины ударного действия / Л.С. Ушаков, Ю.Е. Котылев, А.В. Кравченко. – М.: Машиностроение, 2000. – 416 с.
2. Алимов О.Д. Гидравлические виброударные системы / О.Д. Алимов, С.А. Басов. – М.: Наука, 1990. – 352 с
3. Архипенко А.П. Гидравлические ударные машины / А.П. Архипенко, А.И. Федулов. – Новосибирск: ИГД СО АН СССР, 1991. – 108 с
4. Ределин, Р.А. Повышение эффективности отбойного гидравлического молота строительно-дорожной машины: дисс. ... канд. техн. наук. – Орел: Орловский государственный технический университет, 2010.
5. Ереско Т.Т. Совершенствование конструкций и рабочего процесса гидропневмоагрегатов ударного действия дисс. ... докт. техн. наук. – Красноярск: СибНИИСтройдормаш им. А.Б. Суховского, 2005.
6. Решетникова О.С. Обоснование параметров энергоэффективного гидравлического ударного механизма для разрушения горных пород: дисс. ... канд. техн. наук. – Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2018.
7. Галдин В.Н. Совершенствование гидравлического ударного устройства активного рабочего органа экскаватора: дисс. ... канд. техн. наук. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, 2020.
8. Бедрина Е.А. Обоснование основных параметров гидроударников для ковшей активного действия экскаватора: дисс. ... канд. техн. наук. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, 2002.
9. Щекочихин А.В. Повышение эффективности гидропневматической силовой импульсной системы многоцелевой строительно-дорожной машины: дисс. ... канд. техн. наук. – Орел: Госуниверситет УНПК, 2012.
10. Кравченко В.А. Создание гидравлических устройств ударного действия с пониженной удельной металлоемкостью для разрушения горных пород: дисс. ... канд. техн. наук. – Орел: Орловский государственный технический университет, 2004.
11. Пат. 2623159 РФ, МПК В25D 9/00, В25D 17/02, В25D 9/16. Гидромолот / Кириллов К.Г. – №2016107941; заявл. 04.03.2016; опубл. 27.06.2017, Бюл №18.

12. Пат. 2631463 РФ, МПК E21B 1/26, E21B 1/38, E21C 37/24. Гидромолот / Кириллов К.Г. – №2016131368; заявл. 29.07.2016; опубл. 22.09.2017, Бюл №27.
13. Пат. 2643244 РФ, МПК E21B 1/26, E21B 1/38, E21C 37/24. Гидромолот / Кириллов К.Г. – №2016127565; заявл. 08.07.2016; опубл. 31.01.2018, Бюл №4.
14. Пат. 2695396 РФ, МПК B25D 9/00. Гидромолот / Кириллов К.Г. – №2017131321; заявл. 06.09.2017; опубл. 27.07.2019, Бюл №21.
15. Пат. 2517290 РФ, МПК E02D 7/10. Гидромолот / Фоменко С.Г., Адамова О.К., Тарасов А.А. Хохлов Д.А. Нестеров Ю.А.. – №2012145050/03; заявл. 24.10.2012; опубл. 27.05.2014, Бюл №15.
16. Пат. 179050 РФ, МПК B25D 9/00. Гидромолот / Кириллов К.Г. – №2017129561; заявл. 21.08.2017; опубл. 25.04.2017, Бюл №12.
17. Пат. 2329356 РФ, МПК E02D 9/00. Гидромолот / Ермолаев В.М. – №2005123940/03; заявл. 27.07.2005; опубл. 20.07.2008, Бюл №20.
18. Пат. 188777 РФ, МПК B25D 9/00. Гидромолот / Кириллов К.Г. – №2017123932; заявл. 06.07.2017; опубл. 23.04.2019, Бюл №12.
19. Пат. 131791 РФ, МПК E21B 4/14. Гидроударник / Угольникова Н.С., Еремин В.А., Михайлин А.В. – №2013119956/03; заявл. 30.04.2013; опубл. 27.08.2013, Бюл №24.

Сведения об авторе:

*Корчуганов Валерий Алексеевич* – аспирант, СибГИУ, г.Новокузнецк.

---