

УДК 622.274.4

Роганов Л. Л., Абрамова Л. Н., Роганов М. Л., Рудченко А. С.

НАВЕСНЫЕ УДАРНЫЕ УСТРОЙСТВА НА ЭКСКАВАТОРЫ И ГОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В современном оборудовании и технологических процессах для добычи, переработки полезных ископаемых часто возникает необходимость ударного воздействия на перерабатываемый материал. Среди наиболее часто встречающихся ударных операций можно выделить следующие: разрыхление мёрзлого и слежавшегося грунта, разрушение негабаритов, пробивка крупногабаритных отверстий в породе и тому подобное. В таких случаях широко применяют дополнительные навесные орудия на транспортные средства, например, на козловые краны-перегрузатели, экскаваторы, снабжённые гидроприводом [1].

Гидромолоты в Украине не изготавливаются. Потребность в них обеспечивается поставкой зарубежных фирм. В настоящее время в мире наибольшее распространение получили [2] принципиальные схемы гидромолотов: условно назовем их по маркам, получившим наибольшее распространение и известность, схемы диафрагменного и поршневого типа. Схема диафрагменного типа, разработанная фирмой Montabert (Ingersoll Rand) Франция (по этой схеме работают такие марки, как «Rammer» (Финляндия), Innan Makina (Турция), Indeco (Италия), Italdem (Италия)), и т. д.), и схема поршневого типа фирмы «Atlas Copco» (Швеция) (ранее известная как «Krupp» (Германия) по этой схеме работают такие фирмы как, «Furukawa» (Япония), «NPK» (Япония), и гидромолоты «DELTA» (Южная Корея) [2].

Принципиальная гидравлическая схема этих моделей имеет много общего. Так, например, рабочий цилиндр включен в гидросистему по дифференциальной схеме, т. е. нижняя камера, (камера холостого хода) постоянно соединена с напорной линией, а верхняя (камера рабочего хода) через посредство двухпозиционного трехходового встроенного гидрораспределителя попеременно соединяется то со сливной линией (холостой ход или взвод бойка), то с напорной линией (рабочий ход поршня бойка). Сигналы на переключение золотника гидрораспределителя подаются от рабочего цилиндра в зависимости от положения поршня бойка. Однако есть и существенные отличия в организации рабочего цикла и формировании энергии удара [2].

Существующие конструкции зарубежных гидромолотов характеризуются сравнительно небольшой энергией удара (480–7200 Дж) и большой их частотой (9–10 Гц). Это связано с питанием гидромолота от гидросистемы экскаватора, которая работает на давление 10–18 МПа, с производительностью насосов 20–200 л/мин и с установленной мощностью двигателя от 10 до 100 кВт. Надёжность гидромолотов тем выше, чем меньше в его конструкции деталей. Рекомендуется автоматически выключать гидромолот, когда его инструмент не опирается на обрабатываемый материал, необходимо иметь надёжную изоляцию трущихся деталей молота от абразивных частиц, неизбежных при работе молота. Гидромолоты снабжаются мембранным или поршневым пневмоаккумулятором (сжатый азот), который необходимо периодически подзаряжать.

Целью данной статьи является описание принципиально новой конструкции гидромолота, разработанной в ДГМА, который можно навешивать на экскаваторы и другое горное оборудование.

В гидромолоте ДГМА уменьшились или исключены недостатки существующих зарубежных гидромолотов.

Разработана методика расчёта, исследована на моделях и выполнена конструктивная схема навесного на экскаваторы молота со значительно большей энергией единичного удара. Принцип действия такого устройства основан на использовании энергии упругой деформации сжатой жидкости. В качестве аккумулятора, накапливающего энергию единичного удара, используется объём жидкости, размещённый в гидроцилиндре – аккумуляторе. Величина энергии единичного удара W_y определяется по формуле(1), [3]:

$$W_y = \frac{P_p^2 \cdot Q_{жс}}{2 \cdot E_{np}} = \frac{m_1 \cdot V_1^2}{2}, \quad (1)$$

где P_p – давление жидкости; $Q_{жс}$ – объём жидкости в цилиндре-аккумуляторе; E_{np} – приведенный модуль упругости металлических стенок цилиндра – аккумулятора и жидкости, с погрешностью примерно 10 % можно принимать модулю упругости жидкости $E_{np} = E_{жс}$; m_1 – масса цилиндра-аккумулятора с бойком; V_1 – скорость цилиндра аккумулятора.

Частота ударов такого молота зависит от производительности насосной станции экскаватора – Q_n и определяется по формуле (2), [3]:

$$n = \frac{Q_n \cdot E_{np}}{P_p \cdot Q_{жс}}. \quad (2)$$

Реальная частота ударов будет меньше примерно на 10 % с учётом работы насоса на возвратный ход подвижных частей молота.

Конструктивная схема гидромолота, разработанного в ДГМА, представлена на (рис. 1).

Молот предназначен для дробления негабаритов и представлен в виде двух толсто-стенных фланцев, соединённых боковыми листами, образующими коробчатую конструкцию. Внутри между листами расположен подвижный цилиндр-аккумулятор. В полости цилиндра-аккумулятора расположен неподвижный ступенчатый шток, закреплённый в верхнем фланце. На внутреннем утолщении штока выполнен клапан, притёртый с седлом, которым является заглушка направляющих, соединённых с корпусом цилиндра. Полость под клапаном ступенчатого штока соединена двумя отверстиями в штоке с системой управления молота и с системой питания полости цилиндра-аккумулятора, на верхнем фланце установлены резинометаллические амортизаторы, в которые упирается корпус цилиндра-аккумулятора при его возвратном ходе от возвратных цилиндров, установленных на нижнем фланце молота. На этом фланце установлена также дополнительная цилиндрическая направляющая корпуса цилиндра-аккумулятора. На конце корпуса цилиндра-аккумулятора установлена заглушка, в которой при помощи ласточкина хвоста закрепляется рабочий инструмент молота, например, в виде бойка, пики, ударников различной формы и т. п.

Расчёт гидроупругого привода приведен в специализированной литературе [3].

Основные энергетические зависимости приведены в формулах (1) и (2). Из них видно, что изменение энергии удара возможно выбором параметров конструкции и насосного привода.

При использовании газового аккумулятора параметры молота также меняются.

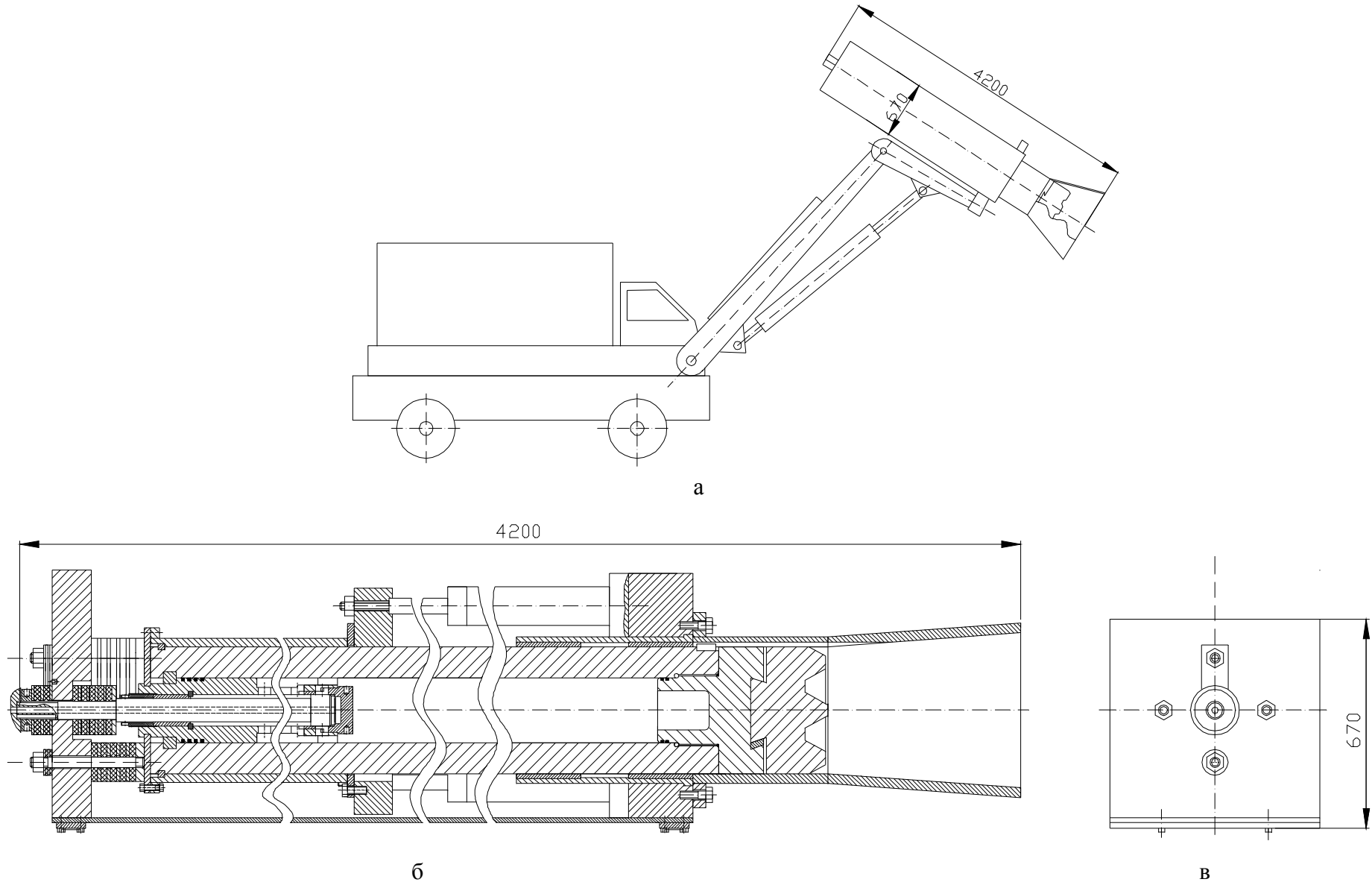


Рис. 1. Гидромолот: а – схема установки; б – вид в разрезе; в – вид сбоку

Работа молота. В исходном положении цилиндр-аккумулятор поднят возвратными цилиндрами до упора в притёртый клапан штока. Полость под клапаном соединена со сливом, по другому отверстию в штоке в полость цилиндра подаётся жидкость под давлением от системы питания молота. При достижении в полости цилиндра давления, достаточного для удержания цилиндра-аккумулятора в исходном положении жидкость подаётся в возвратные цилиндры и возвращает их вниз до упора. При достижении в цилиндре нужного уровня рабочего давления система управления молота отсоединяет полость под клапаном от слива и соединяет её с давлением. Клапан разуплотняется и жидкость, сжатая в полости цилиндра аккумулятора начинает разжиматься и разгоняет корпус цилиндра-аккумулятора с рабочим инструментом до удара его по материалу, на который опирается направляющая цилиндра. Потенциальная энергия сжатой жидкости переходит в кинетическую энергию бойка и совершает полезную работу в соответствии с выражением (1). Включаются возвратные цилиндры, поднимают цилиндр-аккумулятор с бойком вверх до упора в клапан штока. При этом полость под клапаном соединена со сливом и цикл работы молота повторяется.

В соответствии с формулой (1) важно повысить давление рабочей жидкости в системе питания молота. Это возможно двумя способами:

– установкой мультипликатора давления, который управляется от существующей гидросистемы экскаватора;

– устанавливая отдельный насос для питания ударной системы молота.

Отдельный насос для редкоударного молота может устанавливаться на давление 50 МПа, производительностью $Q_n = 16$ л/мин, мощностью до 15 кВт и обеспечивает энергию единичного удара до 40 кДж с частотой около 10 ударов в минуту. В ДГМА имеется методика расчёта таких молотов и выполнен технический проект навесного ударного устройства на экскаваторы. Аналогичные ударные устройства могут быть использованы на дробильных агрегатах для разбивания негабаритов для исключения их попадания в рабочий орган дробилки, при прокладке туннелей, шахт в скальном грунте и других разнообразных горных работах.

ВЫВОДЫ

Разработана принципиально новая схема редкоударного молота с гидроприводом, который можно навешивать на экскаваторы, козловые краны и другое горное оборудование. Молот работает по принципу использования энергии упругости сжатой жидкости с энергией удара в несколько раз выше энергии удара существующих гидромолотов и может эффективно использоваться в горнорудном оборудовании, расширяя его технологические возможности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оборудование для открытых горных работ фирмы «KRUPP INDUSTRIE UND STAHLBAU» / В. И. Жданов. – ЦНИИТЭтяжмаш, Москва – 1980. – С. 50.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://exkavator.ru>. – «Откуда берётся сила». – ЭКСКАВАТОР.РУ.
3. Роганов Л. Л. Гідропружній і кліношарнірний механізми в машинобудуванні : навчальний посібник для студентів спеціальностей 7.090404 / Л. Л. Роганов, М. Л. Роганов. – Краматорськ : ДДМА, 2008. – Ч. 1. – 132 с.