

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОМОЛОТА КАК ГИДРОУДАРНОГО УСТРОЙСТВА

Трофимова Ю.А., студентка,
Устименко Т.А., канд. техн. наук, доц.,
Донецкий национальный технический университет

Рассмотрены структурные схемы гидроударного устройства на примере гидромолота, установлены аналитические зависимости для определения энергочастотных характеристик гидромолота, предложены основные параметры гидромолота.

В связи с нехваткой электроэнергии и значительными трудностями, которые испытывают шахты и рудники, вопросы создания энергосберегающих технологий и машин становятся особенно актуальными. Сравнительный анализ энергетических затрат при применении пневматической и гидравлической энергии показывает, что для шахт крутого падения и для большинства шахт и рудников пологого падения использование гидравлической энергии является более целесообразным. В современных условиях для интенсификации производственных процессов в различных отраслях промышленности широко используются ударные механизмы. Наибольшее применение они получают в качестве исполнительных органов горных машин, особенно в буровой технике. Бурильные машины, оснащенные гидравлическими механизмами вращения и удара, имеют в несколько раз больший КПД, чем пневматические, и работают от электросети. Кроме того, широкое применение гидравлических машин позволяет избежать затрат на строительство мощных компрессорных установок и сложных, большой протяженности, пневмосетей, что дает большой народнохозяйственный эффект. Существенно и то, что металлоемкость гидравлических машин, как правило, на 15-30% ниже, чем пневматических.

Рассмотрим гидравлическое ударное устройство на примере гидромолота. Гидромолот - это исполнительный орган горных машин или сменное оборудование гидравлических экскаваторов, погрузчика или трактора - предназначен для вскрытия асфальтобетонных покрытий, бурения полезного ископаемого, разрушения бетонных и железобетонных конструкций, рыхления скальных и мерзлых грунтов, уплотнения рыхлого грунта (при использовании сменного рабочего органа - трамбовки) и др. Гидромолот может быть

разработан на основе одной из трех структурных схем: схема №1 – с управляемой камерой прямого хода, схема №2 – с управляемой камерой обратного хода, схема №3 – с двумя управляемыми камерами.

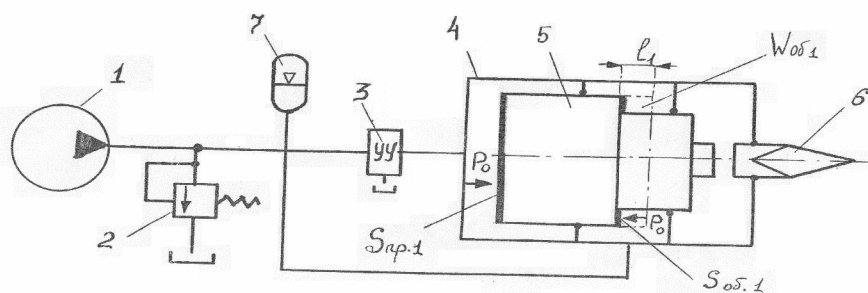


Рис. 1 – Структурная схема устройства с управляемой камерой прямого хода.

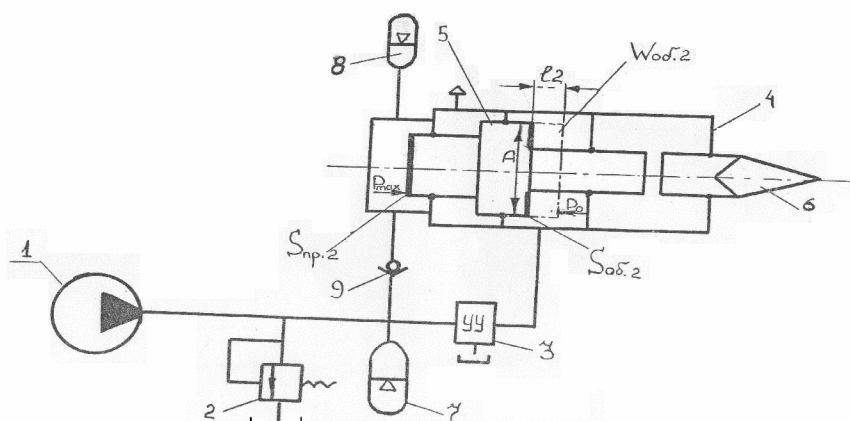


Рис. 2 – Структурная схема устройства с управляемой камерой обратного хода.

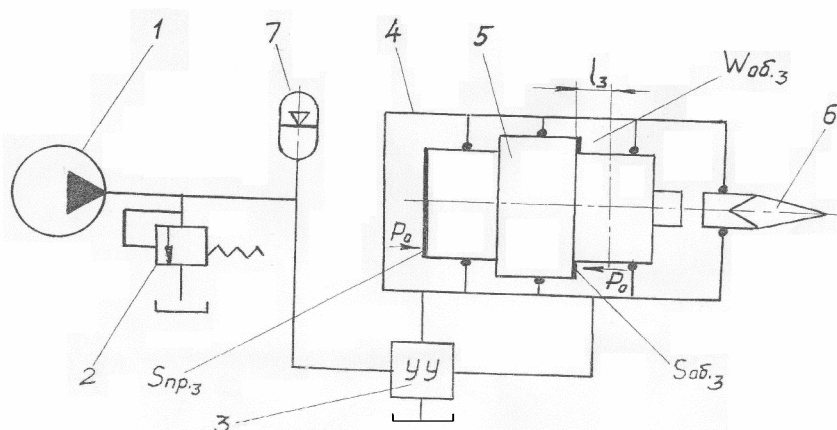


Рис. 3 – Структурная схема устройства с двумя управляемыми камерами

Предварительный анализ вышеприведенных структурных схем позволил установить следующее.

Схема №1 (с управляемой камерой прямого хода) отличается простотой. Так как камера обратного хода всегда соединена с напорной линией, то взвод бойка (обратный ход) осуществляется автоматически, как только убирается противодействие со стороны камеры обратного хода уменьшает результирующую сил, действующих на боек при выполнении прямого хода.

Перспективной является схема №2 (с управляемой камерой обратного хода), так как разгон бойка осуществляется потоком жидкости, давление которой превышает подводимое ($p_{\max} > p_0$), что обеспечивает интенсивный разгон бойка, повышение предупредительной скорости и энергии единичного удара. Однако для реализации схемы гидроударник должен быть оснащен рабочим гидропневмоаккумулятором и обратным клапаном.

В схеме №3 (с двумя управляемыми камерами) может быть реализован ускоренный обратный ход, так как площадь рабочей поверхности камеры обратного хода может быть значительной. Однако, практическое воплощение этой схемы затруднительно вследствие неизбежного усложнения конструкции.

Принимая во внимание недостатки схемы с двумя управляемыми камерами, а также учитывая уже накопленный в ДонНТУ опыт разработки гидроударных устройств, для последующего анализа принимаем устройства на основе структурных схем №1, 2 – с управляемыми камерами прямого и обратного ходов.

Задачей данной работы является на основе анализа структурных схем установить аналитические зависимости для определения энергочастотных характеристик гидромолота. И в результате определить, какая из структурных схем гидромолота обеспечивает наибольший КПД при наименьших линейных размерах.

К энергочастотным характеристикам гидромолота относятся: E – энергия удара, Дж; f – частота ударов, c^{-1} ; N – ударная мощность, Вт.

При выполнении анализа предполагается, что гидроударные устройства, разрабатываемые по той или иной структурной схеме, предназначены для выполнения одной и той же производственной задачи, например, для бурения скважин одинакового диаметра в породах с одним и тем же пределом прочности на одинаковое сжатие.

Выполним анализ устройств при одинаковой предупредительной скорости бойка. В этом случае предупредительная скорость бойка обоих устройств принимается одинаковой: $V_1 = V_2$ (Далее 1 – схема с управляемой камерой прямого хода, 2 – с управляемой камерой обратного хода). Принимая допущение о равенстве масс ($m_1 = m_2$), в

соответствии с уравнением $E=0,5mV^2$ получим: $E_2=E_1$, а по уравнению $K_E= E_2/ E_1$ (коэффициент энергии удара): $K_E=1$, то есть в этом случае энергия удара обоих устройств одинакова. Учитывая равенство предударных скоростей ($V_1=V_2$), в соответствии с уравнениями $V=at_{пр}$ и $K_a=a_2/a_1$, где a – ускорение движения бойка, K_a – коэффициент ускорения, получим: $t_{пр1}/t_{пр2}= K_a$. Так как время прямого хода устройств различно ($t_{пр1} \neq t_{пр2}$), то для достижения одной и той же предударной скорости требуется обеспечить различный ход бойка: $l_1 \neq l_2$. Перемещение бойка за время выполнения прямого хода при равноускоренном движении для анализируемых устройств равно: $l_1=0,5a_1 t_{пр1}^2$. Учитывая уравнения $K_a=a_2/a_1$ и $t_{пр1}/t_{пр2}= K_a$ получаем, что $l_1= K_a l_2$. Предварительно было доказано, что коэффициент $K_a > 1$, значит $l_1 > l_2$. Таким образом, для анализируемого случая устройство «2» по сравнению с устройством «1» обеспечивает ту же предударную скорость при меньших конструктивных размерах.

Отношение кпд устройств: $\Delta\eta=\eta_2/\eta_1=N_2/N_1$. Ударная мощность: $N=Ef$. Следовательно, $\Delta\eta= Ef_2/ Ef_1= f_2/ f_1$. Коэффициент частоты определяется по формуле: $K_f= f_2/ f_1$. Частота ударов устройства – это величина, обратная периоду времени T движения бойка. Период времени работы устройства складывается из времени выполнения прямого $t_{пр}$ и обратного $t_{об}$ ходов, а также длительности пауз.

Следовательно, $K_f = \frac{t_{пр1} + t_{об1}}{t_{пр2} + t_{об2}}$. Так как $l_1= K_a l_2$, то $t_{пр1}= t_{пр2} K_a$. Из

этого следует, что $K_f > 1$. В результате получаем, что для рассматриваемого случая устройство «2» по сравнению с устройством «1» при меньших линейных размерах обеспечивает одинаковую энергию единичных ударов и большие значения частоты ударов, ударной мощности и кпд. В то же время устройство «2» по сравнению с устройством «1» является в конструктивном отношении более сложным.

Принимаем следующие параметры бойка гидромолота:

Частота ударов устройства – $f=4-5$ уд/с; энергия удара – $E=1000$ Дж; ударная мощность – $N= f \cdot E=5 \cdot 1000=5000$ Вт; продолжительность цикла – $T=1/ f=1/5=0,2$ с; диаметр поршня – $D=125$ мм; диаметр штока – $D_{ш}=85$ мм; диаметр бойка – $D_6=55$ мм; предударная скорость бойка $V=7$ м/с; масса бойка гидромолота – $m=2E/V^2=2 \cdot 1000/7^2=41$ кг; длина хода бойка $l=1250$ мм.

Полученные параметры могут быть использованы при разработке и конструкции данного механизма.

1. Яцких В. Г. и др. Горные машины и комплексы. М:Недра, 1984.
2. Суханов А. Ф. И др. Разрушение горных пород взрывом. М:Недра 1983.
3. www.molot.ru