

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бабинцева Татьяна Викторовна

Аспирант, программист

Майзель Игорь Геннадьевич

канд. техн. наук, доцент

Институт авиамашиностроения и транспорта
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный
исследовательский технический университет»
г. Иркутск, Иркутская область

ИМПУЛЬСНЫЙ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЧИСТКИ ТРУБОПРОВОДОВ

Аннотация: в данной статье представлен импульсный гидромеханический метод очистки внутренней поверхности трубопроводов от отложений. Рассмотрен вопрос влияния конструктивных параметров ударного механизма на разрушающую способность устройства, приведены результаты экспериментальных исследований.

Ключевые слова: очистка трубопроводов, удаление отложений, сила удара.

Ремонт трубопроводов с высокой прочностью осадков внутри трубы – одна из важнейших проблем, стоящих перед службами эксплуатации трубопроводов. С увеличением отложений уменьшается

проходное сечение, что приводит к снижению пропускной способности трубопровода. Решением данной проблемы является очистка внутренней поверхности трубопроводов.

Большой проблемой при очистке трубопроводов является удаление отложений высокой прочности в трубопроводах с отводами. Для решения данной проблемы был разработан импульсный гидромеханический метод очистки трубопроводов.

Данный метод заключается в преобразовании энергии потока жидкости в энергию удара рабочего инструмента. Преобразование происходит в несколько этапов:

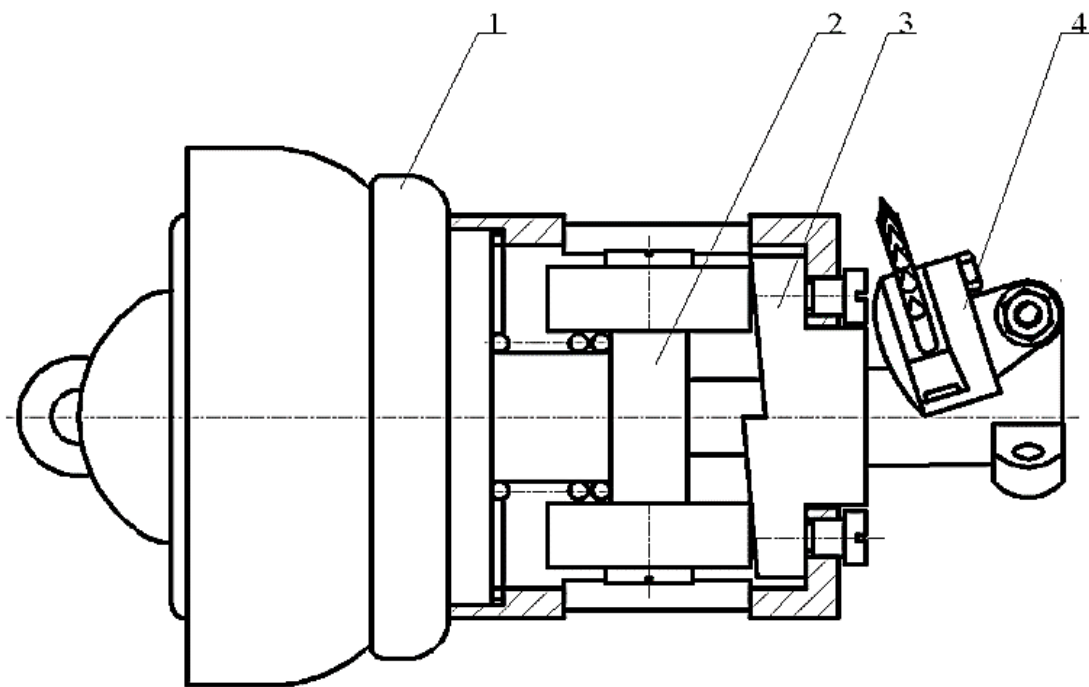


Рис. 1. Схема ударного гидромеханического устройства

1. Энергия потока жидкости при помощи гидромотора 1 (рисунок 1) преобразуется в крутящий момент.

2. Крутящий момент передается ударнику 2, который поднимается по винтовой поверхности приемника 3 до наивысшей точки, затем ударник 2 срывается и, совершая линейное осевое перемещение, создает ударный импульс на приемнике (рисунок 1).

3. Ударный импульс передается от приемника очистному инструменту, разрушая отложения.

На основе данного метода, было разработано устройство для очистки внутренней поверхности трубопровода от отложений и одновременного их удаления в различных трубопроводах [1, 2, 3].

Использование устройства обеспечивает удаление высокопрочных отложений с внутренней поверхности трубопроводов, имеющих отклонение от формы, ступени, сварные швы, а также крутоизогнутые отводы за один проход.

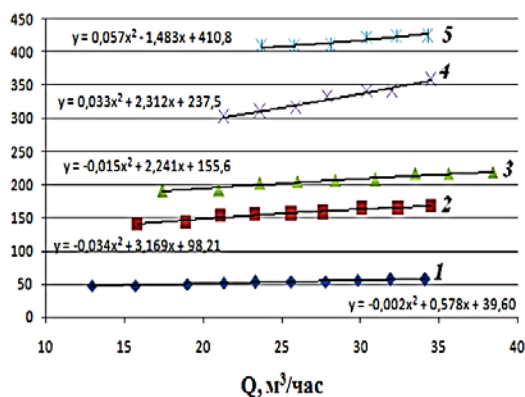
При разработке устройства возник вопрос: влияния конструктивных параметров ударного механизма на разрушающую способность устройства, удар должен быть достаточным для разрушения отложений, но при этом должна сохраняться работоспособность всего устройства.

Сила удара зависит от: усилия, с которым поток воздействует на ударник; величины ступени приемника; величины предварительного поджатия пружины ударника; жесткости пружины ударника.

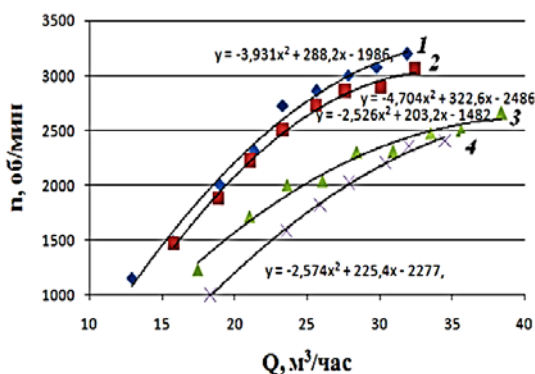
Для исследования данного вопроса были проведены эксперименты, результаты которых представлены ниже.

Исследование зависимости силы удара от расхода жидкости в трубопроводе и усилия предварительного поджатия пружины (рисунок 2) показало рост силы удара при увеличении усилия предварительного поджатия пружины. При этом влияние изменения расхода жидкости в системе на силу удара незначительно.

Из полученных графиков зависимости числа оборотов рабочего колеса гидромотора от расхода жидкости в трубопроводе и усилия предварительного поджатия пружины (рисунок 3) четко прослеживается, что увеличение расхода жидкости в трубопроводе повышает число оборотов на валу гидромотора. Это обусловлено тем, что увеличение расхода жидкости в системе с неизменным диаметром трубопровода приводит к повышению крутящего момента, следовательно, и повышению числа оборотов гидромотора.



1 - усилие предварительного поджатия пружины 5,436 кг,
2 – 15,855 кг, 3 – 20,205 кг,
4 – 33,975 кг, 5 – 43,031 кг



1 - усилие предварительного поджатия пружины 5,436 кг,
2 – 15,855 кг, 3 – 20,205 кг,
4 – 33,975 кг

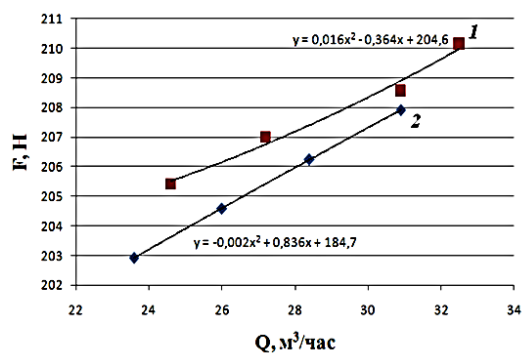
Рис. 2. Зависимость силы удара от расхода жидкости в трубопроводе и усилия предварительного поджатия пружины.

Рис. 3. Зависимость числа оборотов рабочего колеса гидромотора от расхода жидкости в трубопроводе и усилия предварительного поджатия пружин

При увеличении усилия предварительного поджатия пружины число оборотов гидромотора уменьшается, это объясняется тем, что увеличивается момент, необходимый для преодоления ударником винтовой поверхности приемника.

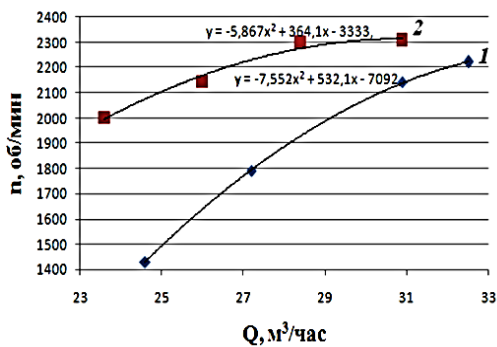
Из графика на рисунке 4 видно, что сила удара при увеличении высоты ступеньки увеличивается незначительно. Это связано с тем, что наибольшее влияние на силу удара оказывает усилие на пружине, а оно одинаковое в обоих случаях, так как жесткость пружины не менялась, а суммарное сжатие пружины оставалось постоянным. Сила потока, действующая на ударник, также остается неизменной. При изменении высоты ступеньки изменяется угол подъема винтовой поверхности приемника β , что оказывает влияние на осевую составляющую силы возникающей при вращении ударника в момент соскока со ступени приемника $F_{yu} = \frac{M_{гм} \cdot \operatorname{tg} \beta}{r_1}$, где $M_{гм}$ – крутящий момент гидромотора, r_1 – радиус вращения. Именно это и приводит к увеличению силы удара, но так как тангенс угла увеличивается незначительно, то и увеличение самого удара небольшое.

На графике рисунка 5 видно, что увеличение высоты ступени приемника ведет к снижению числа оборотов на гидромоторе, это связано с тем, что увеличивается момент, необходимый для преодоления ударником винтовой поверхности приемника.



1 – высота ступеньки 7 мм, 2 – 2 мм

Рис. 4. Зависимость силы удара от расхода жидкости в трубопроводе и высоты ступеньки на приемнике



1 – высота ступеньки 2 мм, 2 – 7 мм.

Рис. 5. Зависимость числа оборотов рабочего колеса гидромотора от расхода жидкости в трубопроводе и высоты ступеньки на приемнике

В результате проведенных исследований получены следующие выводы:

Исследования влияния предварительного поджатия пружины на работу устройства показывают, что с созданием на пружине усилия предварительного поджатия сила удара увеличивается, а число оборотов гидромотора уменьшается, что приводит к уменьшению числа ударов в единицу времени. С увеличением усилия предварительного поджатия в 8 раз сила удара возрастает в $8 \div 9$ раз. Повышение усилия предварительного поджатия в 6,25 раз снижает число оборотов гидромотора на 42–57%;

Повышение расхода жидкости в системе трубопровода незначительно увеличивает силу удара, но при этом наблюдается значительный рост числа оборотов. При увеличении расхода жидкости в трубопроводе на 50%, увеличение силы удара составляет порядка 10%, при этом число оборотов гидромотора возрастает более чем вдвое;

Увеличение ступени приемника при постоянном усилии на пружине, повышает силу удара незначительно. При увеличении ступени приемника в 3,5 раза, сила удара повысилась на 1,2%. При этом число оборотов снизилось на 30–50%, в зависимости от расхода жидкости, что приводит к уменьшению числа ударов в единицу времени.

Список литературы

1. Пат. №77804, Российская Федерация. Устройство для очистки внутренней поверхности трубопровода / И.Г. Майзель, В.А. Жилкин, Т.В. Бабинцева. Опубл. 26.05.2008.
2. Пат. №82604, Российская Федерация. Устройство для очистки внутренней поверхности трубопровода / И.Г. Майзель, В.А. Жилкин, Т.В. Бабинцева. Опубл. 24.12.2008.
3. Пат. №97066, Российская Федерация. Устройство для очистки внутренней поверхности трубопровода / И.Г. Майзель, В.А. Жилкин, Т.В. Бабинцева, А.С. Гугнин, Д.И. Майзель. Опубл. 27.08.2010.