

страль, идущую от главного цилиндра к колесному тормозному цилиндру, второй – при избыточном давлении открывает путь тормозной жидкости на слив или гидроаккумулятор низкого давления. Исполнительными элементами модуляторов АБС могут быть элементы как золотникового, так и клапанного типа. Предпочтение отдается первой группе, так как управление такими распределителями требует меньшее усилие управляющего электромагнита, и их расходные характеристики лучше сохраняют стабильность в большем диапазоне частот в то время как клапанные элементы обладают более высокой чувствительностью.

Существуют три способа установки модуляторов в гидропривод тормозной системы: в тормозных контурах по мостам автомобиля; в приводе каждого из колес; по комбинированной схеме.

Работа модуляторов осуществляется по двух- или трёхфазному алгоритму. Преимущество двухфазного модулятора – простота конструкции. Исследования показали, что трехфазный модулятор позволяет увеличить величину среднего тормозного момента, а наличие фазы выдержки способствует предотвращению гидроудара и волновых процессов в трубопроводах при резком изменении направления потока жидкости.

УДК 629

«ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ТАРАН» – НОВОЕ, ХОРОШО ЗАБЫТОЕ СТАРОЕ

Студенты гр. 101072-19 Гуленков А. С., Казеко Ю. А.

Научный руководитель – ст. преп. Филипова Л. Г.

Явление гидравлического удара открыл русский ученый, основоположник гидродинамики, Жуковский Николай Егорович в 1897–1899 г. Этот процесс описывается как резкий скачок давления в системе, заполненной жидкостью, с характерным крайне быстрым изменением скорости ее потока за короткий промежуток времени. Данное явление может нанести непоправимый вред для гидравлических систем, в связи с чем его всячески пытаются предотвратить. Однако это явление может приносить и пользу. Речь пойдет о специальных

устройствах – гидравлических таранах, которые применяются для нагнетания воды с применением этого явления.

Принцип действия гидравлического тарана (рисунок 1) заключается в следующем: вода от источника (1) самотеком подается по длинному напорному трубопроводу (2), идущему с небольшим понижением. Под действием нарастающего динамического напора воды закрывается отбойный клапан (3), расположенный на нижнем конце трубопровода, и вследствие инерции движущейся воды и ее несжимаемости давление здесь резко повышается. Кратковременного повышения давления достаточно для подъема небольшой части воды через напорный клапан (4) на высоту более 50 м. Затем отбойный клапан (3) открывается, и все повторяется сначала.

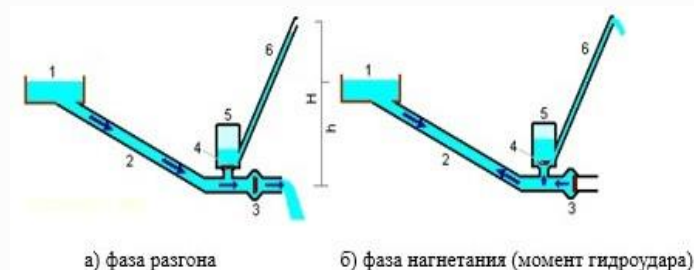


Рисунок 1 – Схема работы гидравлического тарана

1 – питающий резервуар (верхний уровень естественного потока); 2 – нагнетательная (ускорительная) труба; 3 – отбойный (ударный) клапан; 4 – напорный (нагнетательный) клапан; 5 – воздушный колпак; 6 – напорная (отводящая) труба;

H – высота подъема воды относительно уровня слива; h – уровень питающего резервуара относительно уровня слива.

Гидравлический таран действует только за счет импульса движущегося столба воды, без какого-либо двигателя.

В фазе разгона (рисунок 1 а) потока отбойный клапан в открытом состоянии обычно удерживается с помощью пружины, для закрытия напорного клапана при показанной на рисунке 1 компоновке может вполне хватить разницы давлений и его собственного веса.

На рисунке 1 б показано чуть более сложное устройство – оно содержит воздушный колпак, играющий ту же роль, что и гидроаккумуляторные баки с резиновой мембраной в современных автономных водопроводных системах. Этот колпак накапливает воду под давлением и сглаживает пульсации потока нагнетаемой воды, хотя

теоретически максимальная высота подъёма при этом несколько уменьшается, поскольку в отводящую трубу уже поступает не резкий импульс от гидравлического удара, возникающий при закрытии клапана, а усредненное давление, сглаженное «пневматическим амортизатором» – воздухом в колпаке. Однако чуть дальше мы увидим, что сглаживание пульсаций – лишь дополнительный «бонус» воздушного колпака. Главная его функция заключается в другом, и без такого узла подъём воды по более-менее длинному напорному каналу будет весьма затруднён.

Очевидно, что ни о какой «сверхъединичности» или дополнительной энергии речь здесь не идёт – значительная часть воды сливается через отбойный клапан в фазе разгона, пока поток наберёт нужную скорость. Энергии, которую эта вода получает при спуске от уровня питающего резервуара, с избытком хватает на поднятие нагнетаемой части воды по отводящей трубе. Тем не менее, этот насос позволяет весьма эффективно использовать перепад уровней даже в десяток сантиметров, вполне достаточный для разгона потока до заметной скорости, а расход воды при этом должен лишь обеспечить заполнение сечения нагнетательной трубы. Ни одно широко распространённое гидротехническое устройство (водяные колёса, а тем более турбины) не может использовать столь малые перепады уровня при столь малом расходе с такой эффективностью, как гидравлические тараны.

Гидравлические тараны обладает несколькими важными достоинствами, которые в своё время и обеспечили их довольно широкое распространение.

Во-первых, для их работы не нужно ни каких-либо двигателей, ни мускульных усилий. Будучи один раз установленным и запущенным, гидротаран может работать до пересыхания питающего потока (осушения питающего резервуара) или до механического износа деталей, которые в нём можно пересчитать по пальцам.

Во-вторых, для работы достаточно минимального перепада уровней, начиная с десятка другого сантиметров, и относительно небольшого расхода воды (обычно от долей литра до нескольких литров в секунду).

В-третьих, несложные накопительные устройства в питающем резервуаре позволяют гидравлическому тарану работать и с ещё

меньшим расходом воды, дожидаясь, пока она накопится в необходимом количестве и только тогда совершая рабочий цикл. Благодаря этому гидротараны могут максимально эффективно использовать энергию потока как при большом расходе воды (в паводок), так и при очень малом (в межень). И водяные колёса, и турбины предназначены для работы с непрерывным потоком и в таких условиях не смогут работать в принципе – энергии накопленной порции воды, достаточной для гидравлического тарана, им может не хватить даже для того, чтобы сдвинуться с места, а их микроварианты, рассчитанные на минимальный расход воды, будут выдавать такую же мизерную мощность и тогда, когда питающий поток вновь станет полноводным.

В-четвёртых, простота конструкции и минимум деталей обеспечивают выдающуюся надёжность и долговечность устройства – непрерывная работа без ремонта в течение 10 лет считалась вполне обычным делом.

В-пятых, классический гидравлический таран можно собрать буквально «на коленке», практически в любой сельской мастерской, где чинят трактора и плуги. При этом он прощает многие ошибки в расчётах и изготовлении – за них придётся заплатить меньшей эффективностью и долговечностью, но не полной потерей работоспособности, – насос всё же будет действовать. Единственное безусловное требование – это высокая прочность всех деталей.

Безусловно, у этого устройства есть и свои недостатки, которые являются прямым продолжением достоинств. Но их несложно учитывать и применять устройство там, где они являются не существенными.

Основная область его применения – мелиорация и орошение, в своё время он довольно широко использовался и пожарными, – ведь ему не требуется ни двигателей, ни топлива, а нужно лишь достаточное количество воды и небольшой перепад высот – вплоть до десятка другого сантиметров.

Литература

1. Жуковский, Н. Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. М. – Л. : Гостехиздат, 1949. – 103 с.
2. Кудинов, А. А. Техническая гидромеханика: учеб. пособие. / А. А. Кудинов. – М. : Машиностроение, 2008. – 368 с.