

Разумеется, и при максимальной простоте реализация изобретения может натолкнуться на трудности. Хотелось бы, поэтому напомнить еще одно высказывание Гете: **«Кто болеет за дело, тот должен уметь за него бороться, иначе ему вообще незачем браться за какое-либо дело».**

*Академик РАЭН,
Почетный работник науки и техники РФ,
Заслуженный изобретатель РФ,
лауреат премий: Госкомоборонпрома РФ,
им. И. П. Кулибина, им. В. И. Калашикова,
доктор технических наук,
профессор Н. В. Оболенский*

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ТАРАНА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

С. А. Борисов, аспирант ГОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»

Аннотация. Гидравлический таран не имеет никакого отношения ни к военной технике, ни к разрушению чего бы то ни было. Он представляет собой всего лишь насос, который поднимает часть проходящего по нему потока жидкости на высоту, превышающую исходный уровень, за счёт кинетической энергии всего потока. 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 и явление гидравлического удара.

Ключевые слова: насос, энергия, поток, мелиорация, орошение, гидравлический удар.

Нефть, газ и уголь при таких темпах добычи скоро закончатся. Поэтому людям так важно перейти на источники энергии, извлекающие её без использования углеводородного топлива. И одним из направлений безтопливной энергетики - это гравитационная энергетика, вариантом которой является классическая гидроэнергетика, а также незаслуженно забытый способ получения энергии с помощью гидротаранов, в основу работы которых положено явление гидравлического удара - кратковременного резкого повышения давления при внезапной остановке потока жидкости в жёсткой трубе.

Первый гидравлический таран построили в городе Сен-Клу под Парижем братья Жозеф и Этьен Монгольфье в 1796 году, через 13 лет после своего знаменитого воздушного шара. Теорию гидравлического тарана создал в 1908 году Николай Егорович Жуковский, который в 1897-1898 годах создал теорию гидравлического удара, что позволило поставить расчёты на научную основу. Однако, лишь в 1930 году профессором С. Д. Чистопольским в работе «Гидравлический таран» был, наконец, опубликован метод теоретического расчёта этих устройств, который до сих пор считается надёжным.

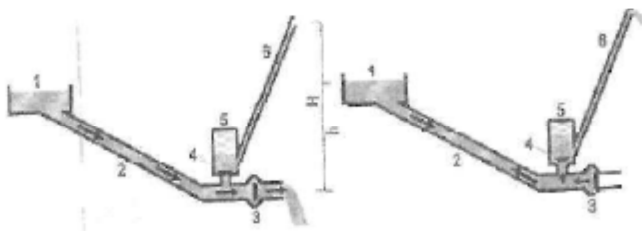


Рис. 1. Гидравлический таран

Принцип работы «гидравлического тарана» - насоса, использующего явление гидроудара. Слева фаза разгона потока, справа - фаза нагнетания (момент гидравлического удара). 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. Н - высота подъема воды относительно уровня слива; h - уровень питающего резервуара относительно уровня слива.

Гидравлический таран - устройство, которое за счет гидравлического удара поднимает воду на высоту, значительно превышающую уровень источника. 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 открывается, и все повторяется сначала.

Гидравлический таран действует только за счет импульса движущегося столба воды, без какого-либо двигателя. Применяется в сельском хозяйстве для мелиорации, орошения, подачи воды к фермам, а также в бытовых нуждах.

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

На рисунке 1. показано чуть более сложное устройство. Оно содержит воздушный колпак 5, 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 6 уже поступает не резкий импульс от гидравлического удара, возникающий при закрытии клапана 3, а усреднённое давление, сглаженное «пневматическим амортизатором» - воздухом в колпаке 5, который обеспечивает поступление жидкости из нагнетательной трубы без необходимости разгона всего водяного столба в напорной трубе на каждом такте работы насоса, а также плавную и постоянную подачу воды по напорной трубе. 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.

Достоинства применения гидравлических таранов

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.

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.

Наконец, гидравлический таран можно собрать практически в любой сельской мастерской, где ремонтируют тракторы и плуги. При этом он упрощает 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.

Недостатки применения гидравлических таранов

При всех своих положительных качествах гидравлический таран имеет и недостатки, которые по мере распространения относительно недорогого и удобного электричества и моторизованной техники в конечном счёте привели к почти полному вытеснению этих безмоторных насосов обычными насосами с электрическим или бензиновым приводом. Часть этих недостатков может быть компенсирована достаточно легко, но устранить другие не представляется возможным, поскольку, как это часто бывает, они являются прямым продолжением достоинств.

Во-первых, для обеспечения разгона потока после очередного открытия отбойного клапана за ним уже не должно быть воды, прошедшей туда в предыдущем цикле. Если она по какой-либо причине не уйдёт за время гидравлического удара, то она помешает разгону новой порции воды в нагнетательной трубе, которая не наберёт скорости, достаточной для закрытия отбойного клапана. В самом лучшем варианте поток будет набирать нужную скорость гораздо дольше, чем это произошло бы при отсутствии воды за отбойным клапаном, а это непроизводительные потери воды через отбойный клапан и снижение эффективности работы установки. Естественным путём вода может уйти только при наличии стока, поэтому слив нагнетательного трубопровода (точнее, место расположения отбойного клапана) не может находиться ниже уровня сливного водоёма, иначе прошедшая вода не сможет освободить отбойный клапан.

Во-вторых, для разгона потока в нагнетательном трубопроводе до хорошей скорости (хотя бы метр в секунду) необходимо обеспечить перепад высот как минимум в несколько сантиметров на участке длиной в несколько метров.

По этим причинам гидравлические тараны не могут работать в водоёмах с постоянным уровнем поверхности, таких, как пруды и озёра, а также на равнинных участках рек, где на сотни метров, а то и на километры течения приходится разность уровней в сантиметр-другой.

В-третьих, существенная часть воды «теряется» через слив нагнетательной трубы. Причём «теряемый» объём обычно во много раз больше поднимаемого объёма. Конечно, эта вода «теряется» не напрасно, а делает своё дело - её энергия идёт на подъём другой части потока. Однако, когда общее количество доступной воды невелико, эта «расточительность» может оказаться неприемлемой. В общем случае эффективность работы таких насосов определяется правильным выбором длины и объёма нагнетательной трубы, соотношения сечений отбойного и напорного клапанов и усилий, нужных для их открытия и закрытия, в зависимости от необходимой высоты подъёма и скорости потока в нагнетательном трубопроводе, то есть, в конечном счёте, рабочего перепада уровней и расхода воды. Поэтому в идеале каждый экземпляр такого насоса надо настраивать индивидуально под конкретные условия установки.

В-четвёртых, при использовании «классического» накопительного колпака с воздухом, воздух может постепенно растворяться в нагнетаемой воде, чему способствует повышенное давление. Поэтому воздух необходимо периодически пополнять. Решить эту проблему поможет использование в качестве такого колпака мембранного гидроаккумуляторного бака, в последние годы ставшего

неотъемлемой частью автономных водопроводных систем в коттеджах и на дачах. Другой способ решения этой проблемы - при близком расположении отбойного и напорного клапанов и сильных рабочих гидроударах с отрывом жидкости от отбойного клапана можно попытаться организовать автоматическую подкачку воздуха через эти клапаны, хотя при этом потребуются преодолеть ряд технических проблем.

В-пятых, гидравлический таран имеет немалые размеры. Так, обычно считается, что оптимальная длина нагнетательной трубы 2 лежит в диапазоне от 10 до 14 и более метров. Это обусловлено тем, что масса движущейся, а затем останавливающейся воды должна быть достаточно большой, чтобы обеспечить хорошую энергию рабочего гидроудара. Поскольку масса воды прямо пропорциональна её объёму, это накладывает неизбежные ограничения на минимальные размеры более-менее производительных конструкций. Длительность гидроудара тоже должна быть достаточной для того, чтобы напорный клапан 4 успел открыться и пропустить заметный объём воды, а это время тоже прямо пропорционально расстоянию от отбойного клапана 3 до питающего водоёма или резервуара 1. Впрочем, свернув нагнетательную трубу в спираль, можно в несколько раз уменьшить линейные размеры установки. Но вес, определяемый необходимой прочностью и жёсткостью конструкции, существенно уменьшить вряд ли удастся.

С другой стороны, производительность гидротарана ограничена его размерами. Слишком большие размеры гидравлического тарана также вызовут проблемы, поскольку все элементы конструкции в зоне рабочего гидроудара должны обладать не только достаточной прочностью, но и максимальной жёсткостью. По мере роста линейных размеров обеспечение необходимой жёсткости

может потребовать слишком толстых стенок и, как следствие, слишком массивных деталей.

Тем не менее, классический гидравлический таран остаётся чрезвычайно простым, неприхотливым и очень необычным устройством, которое совершенно незаслуженно почти забыто в последнее время.

Литература

1. Овсенян, В. М. Гидравлические тараны и таранные установки. М., 1968.
2. Сделайте сами в квартире и на даче. М., Стройиздат, 1982.
3. Чистопольский, С. Д. Гидравлические тараны, М.-Л., 1936.
4. Гидравлический таран. БСЭ, т.6, М., «Советская энциклопедия», 1971, с. 467-468

Application possibility hydraulic tarana in agriculture

S. A. Borisov, the post-graduate student, the Nizhniy Novgorod gosudarstven th engineering-economic institute

Annotation. Hydraulic taran has no nicknaming of the relation neither to military technology, nor to destruction something. It represents only on-sos which lifts a part of a stream of a liquid passing on it on the height exceeding initial level, at the expense of kinetic energy of all stream. The basic area of its application — land improvement and an irrigation, in due time it widely enough is-used also firemen, ~ after all it is not required to it neither engines, nor fuel, and enough of water and small difference of heights - is necessary only up to tenother centimeters and the phenomenon of hydraulic blow.

The key words: the pump, energy, a stream, melioratsja, an irrigation, hydraulic blow.