

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ВОДОПОДЪЁМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ ПОТОКА ВОДЫ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ В ПРЕДГОРНЫХ РАЙОНАХ КАЗАХСТАНА

М.С. Мирдадаев

НИИ водного хозяйства Республики Казахстан

Рассмотрена ресурсосберегающая технология механизации водоподъёма, использующая возобновляемую энергию потока воды, что позволяет осуществлять водоснабжение хозяйств, расположенных выше источника воды.

The resource-saving technology of mechanization of the water-rise, using renewed energy of a stream of water that allows carrying out water supply of the farms located above a source of water is considered.

В основных направлениях развития сельского хозяйства Казахстана до 2010 года поставлена задача увеличить масштабы использования в сельском хозяйстве нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ), что свидетельствует об актуальности энергетических проблем в связи с возросшими объёмами потребления энергии.

Возрастающий интерес к использованию НВИЭ связан с тремя основными причинами. Во-первых, с ростом стоимости органического топлива на мировом и внутреннем рынках, причём имеется тенденция к дальнейшему её увеличению. Во-вторых, поднимающаяся со всё большей значимостью проблема окружающей среды, которая требует разработки принципиально новых технологий производства энергии. В-третьих, становится неизбежной необходимость улучшения социальных условий труда и быта производственных и жилых поселений, как в городах, так и в отдельных сельских поселениях, в которых проблемы энергообеспечения остры и трудоёмки.

Для водоснабжения небольших населённых пунктов, фермерских хозяйств и освоения пастбищных территорий республики необходимо применение таких технологических схем, которые использовали бы местные энергетические ресурсы, так как подача электроэнергии и нефтепродуктов на каждый малый объект, путём строительства большой разветвлённой электросети или газо- и нефтепроводов экономически нецелесообразна. Поэтому в современных условиях, разработка и применение инновационных ресурсосберегающих технологий водоснабжения, использующие НВИЭ, является приоритетной задачей сельскохозяйственной науки. При этом особое внимание должно уделяться техническому уровню, экономичности и надёжности разрабатываемой техники.

Для фермерских хозяйств, земли которых расположены выше водоисточника, требуется соответствующее решение вопроса подъёма воды на эти участки. Хозяйства, испытывая финансовые затруднения, не имеют возможности для подвода электроэнергии, приобретения горюче-смазочных материалов и технических средств механизированной водоподдачи. Из-за отсутствия воды и соответствующей поливной техники перспективные способы орошения не внедряются. Для данных хозяйств наиболее рентабельными будут механизмы и устройства водоподъёма, работающие на НВИЭ, к которым относятся ветровая, солнечная, энергия потока воды, биотермальная, геотермальная и т.п. энергии. Этим можно решать энергетические и, в какой-то мере, экологические проблемы.

Перспективность применения этих видов энергии зависит от уровня научных исследований и технического совершенства таких установок.

При выборе водоподъёмного оборудования решается ряд вопросов, связанных с типом водозаборного сооружения, энергии для привода установки, принятыми напорно-регулирующими сооружениями, системой автоматизации и др. Конструкции их должны быть простыми, удобными в эксплуатации, иметь доступную стоимость, обеспечивать требуемую подачу воды на вышерасположенные участки.

Характерной особенностью предгорных районов Казахстана является наличие большого количества открытых водотоков, которые можно использовать как энергоисточники. Наиболее приемлемым из альтернативных средств водоподъёма использующих гидравлическую энергию является гидравлический таран, который является самодействующим автоматическим водоподъёмником, преобразующим возобновляемую энергию потока воды в полезную работу (подъём воды). Он способен поднять часть поступающей к нему воды, на высоту в несколько раз превышающую высоту падения потока воды [1]. Он прост по конструкции и работает автоматически. Непременным условием для работы тарана является расположение у водоисточника, имеющего запас воды значительно больший того количества, которое требуется поднять, и геодезический перепад воды не менее 1 метра. Гидротаран не требует значительного ухода при эксплуатации, имеет высокий коэффициент полезного действия, отличается большой долговечностью и надёжностью в работе.

Для предгорных районов Казахстана в КазНИИВХ был разработан и изготовлен гидравлический таран [2]. Во время эксплуатации был выявлен его недостаток – отсутствие приспособления для автоматического пополнения воздухом ресивера гидротарана.

Для нормальной работы тарана, ресивер должен систематически заполняться воздухом. Отсутствие воздуха в ресивере может привести как к нестабильной работе гидротарана, так и к полной его остановке. Во время работы гидротарана запас воздуха в ресивере постепенно уменьшается, воздух растворяется в воде и уходит с ней в нагнетательный трубопровод. Растворимость воздуха в воде увеличивается с увеличением давления, поэтому при больших нагнетательных напорах снабжение воздухом ресивера приобретает особенно важное значение.

Устранение данного недостатка осуществляется установкой в ресивере гидротарана эластичной мембраны с целью разделения ресивера на две части – водную и воздушную. Это позволяет исключить контакт воздуха с водой и предотвратить вынос воздуха из ресивера при водоподъёме, появляется возможность предварительной закачки воздуха в ресивер под необходимым давлением, что повышает надёжность и долговечность эксплуатации гидротарана, обеспечивает его стабильную производительность и исключает необходимость в систематическом наблюдении за наличием воздуха в ресивере.

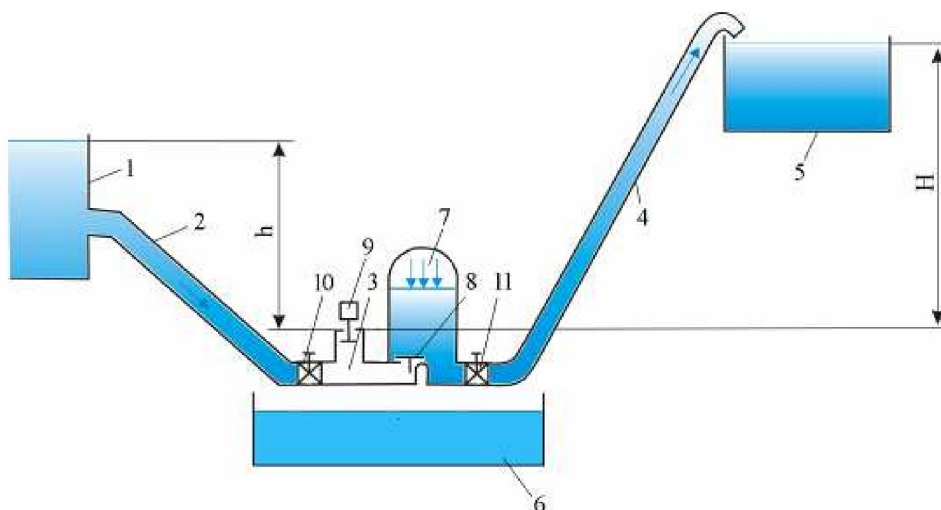
Основной целью исследований являлось установление оптимальных технологических и конструктивных параметров данного гидравлического тарана [3] при водоподъёме. В соответствии с этим, опыты были поставлены по определению величин производительности, высоты нагнетания, расхода в питательной трубе, коэффициента полезного действия гидротарана. Для установления этих характеристик была составлена методика исследований, проводимых в лабораторных условиях на основании основных требований, существующих норм и правил проведения исследований технических средств.

Исследования по установлению оптимальных рабочих характеристик усовершенствованного гидротарана проводились на специальном стенде в лабораторном корпусе гидротехнических сооружений института. Стенд позволил осуществить технологический процесс водоподъёма гидротараном, установить расходные и напорные характеристики, зависимость нагнетательного напора от высоты падения воды и ряд

других параметров с применением соответствующих приборов, оборудования и материалов.

Схема стенда для проверки работоспособности и испытания усовершенствованного гидротарана приведена на рис. 1. Стенд состоит из водоприемника 1, питательной трубы 2, гидравлического тарана 3, нагнетательной трубы для водоподъема 4, бака накопительного 5 и измерительной ёмкости 6. Таран включает в себя ресивер 7 с нагнетательным клапаном 8 и ударным клапаном 9. Перекрытие питательной трубы 2 осуществляется вентилем 10, а нагнетательной трубы вентилем 11.

Высота уровня воды в водоприемнике 1 над тараном h является высотой падения воды. Высота верхнего уровня воды в накопительном баке 5 над тараном H является высотой нагнетания. Водоприемник 1 служит для накопления поступающей в него воды из водопроводной сети. Высота уровня воды в водоприемнике регулируется с помощью специального поплавкового устройства, при помощи которого устанавливается необходимая высота падения воды. Питательная стальная труба 2 $D_y 80$ мм длиной 12 м соединяет с помощью вентиля 10 водоприемник с гидротараном 3. Гидротаран устанавливается на фундаменте и служит для подачи части поступающей в него воды через вентиль 11 по нагнетательной трубе 4 $D_y 32$ мм в накопительный бак 5. Нагнетательная труба 4 с помощью специальных приспособлений может устанавливаться на требуемой при испытаниях высоте нагнетания. Для измерения расхода воды, сброшенной гидротараном в процессе водоподъема из ударного клапана 9, предусматривается измерительный бак 6.



1 – водоприемник; 2 – питательная труба; 3 – гидротаран; 4 – нагнетательная труба; 5 – бак накопительный; 6 – измерительный бак; 7 – ресивер; 8 – нагнетательный клапан; 9 – ударный клапан; 10, 11 – вентиль; h – высота падения воды; H – высота нагнетания

Рисунок 1 - Схема стенда для испытания гидравлического тарана

Испытания гидротаранов на стенде проводились следующим образом. Из схемы видно, что гидротаран был установлен ниже уровня воды водоприёмника 1 на 1-4 м, имея напор воды h и высоту нагнетания H . Вода от водоприемника через питательную трубу к входному патрубку гидротарана поступала первоначально в полость корпуса под ударным клапаном 9. А так как клапан под действием своей массы находился в нижнем положении, то вода под напором выливалась наружу, причём скорость вытекания воды увеличивалась от нуля до скорости установившегося движения.

В определенный момент напор воды в питательном трубопроводе преодолевал вес ударного клапана 9 и захлопывал его, вследствие чего выход воды наружу прекращался. Из-за мгновенной остановки течения воды в питательном трубопроводе происходил гидравлический удар, давление в нём резко увеличивалось, открывался нагнетательный клапан 8. Вода поступала из питательной трубы в ресивер 7, сжимала мембрану и находящийся в ней воздух. Давление в питательном трубопроводе уменьшалось, нагнетательный клапан закрывался, а ударный клапан открывался. Вода снова вытекала наружу, пока ударный клапан не захлопывался в связи с возрастанием скорости течения воды в питательной трубе, что вновь вызывало гидравлический удар. Явления удара и переменные открытия и закрытия клапанов 8 и 9 поочередно повторялись: накапливающаяся в колпаке вода создавала в нём избыточное давление, вследствие которого вода поднималась по нагнетательной трубе 4 на заданную высоту в накопительный бак 5.

Опыты проводились при h от 1 м до 4 м при различной создаваемой H . Постоянными величинами при проведении опытов были: диаметр питательной трубы $D_{\text{пит}} = 80$ мм, диаметр нагнетательной трубы $D_{\text{наг}} = 32$ мм, ход ударного клапана $s = 20$ мм, объём ресивера $W_p = 40$ л.

Энергетический КПД гидротарана определялся по формуле:

$$\eta = \frac{q \cdot H}{Q \cdot h} \quad (1)$$

Количество воды (Q), которое требуется для получения заданной производительности тарана, рассчитывалось по формуле:

$$Q = Q_{\text{сб}} + q, \quad (2)$$

Расход воды на сброс ($Q_{\text{сб}}$) и производительность гидротарана (q) определялись объёмным способом. Результаты опытов заносились в сводные таблицы и обрабатывались методами математической статистики.

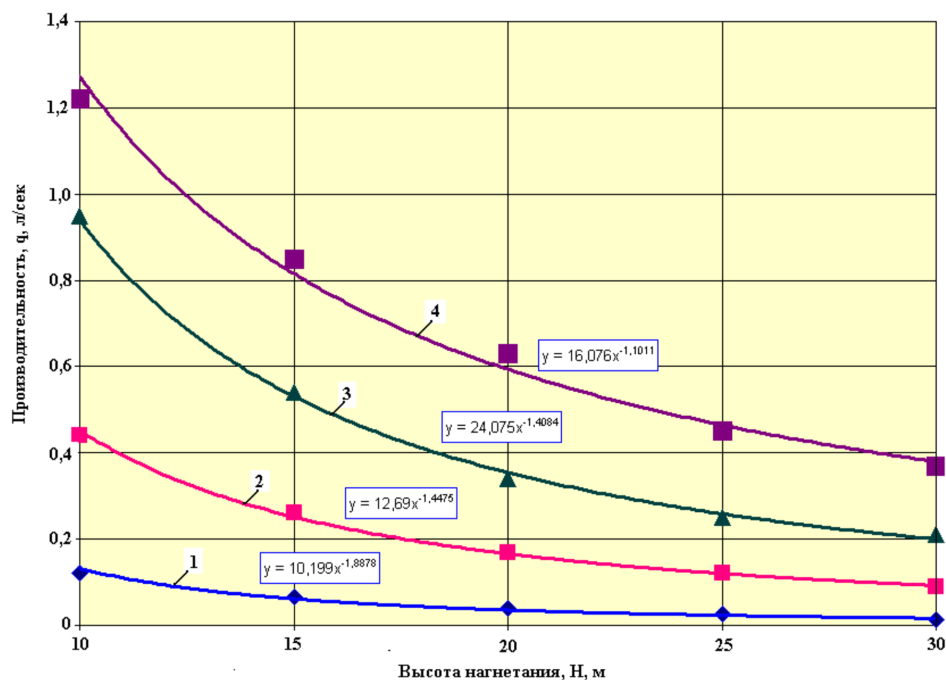
Проведённые исследования показали, что для высоты падения воды в пределах 1-4 м оптимальным режимом работы усовершенствованного гидротарана следует считать высоту нагнетания воды в пределах 5÷30 м. При этих показателях обеспечиваются наибольшие значения КПД и не происходит деформация ударного клапана гидротарана. Опытные величины производительности создаваемого усовершенствованным гидротараном в зависимости от высоты падения воды для оптимального режима работы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Опытные значения производительности усовершенствованного гидротарана

Высота нагнетания H , м	Производительность при высоте падения воды h , q , л/сек			
	1 м	2 м	3 м	4 м
5	0,32	0,74	-	-
10	0,12	0,44	0,95	1,22
15	0,066	0,26	0,54	0,85
20	0,039	0,17	0,34	0,63
25	0,026	0,12	0,25	0,45
30	0,014	0,09	0,21	0,37

Для оптимального режима работы были построены рабочие характеристики усовершенствованного гидротарана. На рис. 2 показаны рабочие характеристики для высот нагнетания воды от 10 до 30 м при высоте падения воды 1-4 м.



1 – высота падения воды $h = 1$ м; 2 – высота падения воды $h = 2$ м; 3 – высота падения воды $h = 3$ м; 4 – высота падения воды $h = 4$ м

Рисунок 2 – Рабочая характеристика гидротарана при $H = 10-30$ м

Применение на фермерских участках гидравлического тарана разработанной конструкции позволит обеспечить водоподъем на фермерские земли, расположенные выше водоисточника на 5÷30 м в пределах 4,4–0,5 м³/ч при КПД 50-60 %.

При непрерывной работе такого гидротарана суточный водоподъем составит 12-105,6 м³, что позволит решить проблему водоснабжения и орошения малых участков фермерских хозяйств.

Разработанный гидротаран был внедрён в сельском производственном кооперативе (СПК) «Жигер» п. Шакпак-баба Тюлькубасского района Южно-Казахстанской области, где работает по настоящее время. Данный таран был установлен для подъёма воды из реки Арысь на вышерасположенный земельный участок, на котором вода аккумулировалась в накопительный резервуар для последующего использования в целях орошения сада, огорода общей площадью 0,7 га и сельскохозяйственного водоснабжения хозяйства. Высота нагнетания составила 17 м, подача 0,8 л/сек.

Данный гидротаран предусматривает ежедневную круглосуточную подачу воды на вышерасположенный участок. Это обеспечивает необходимое количество воды для сельскохозяйственных нужд и орошения земельного участка фермерского хозяйства, не требуя затрат на электроэнергию и ГСМ. В период эксплуатации гидротарана объём суточной водоподдачи на высоту 17 м составил 69,1 м³, что вполне достаточно для нужд крестьянского хозяйства. Во время эксплуатации гидротаран работал безостановочно, не требуя присмотра и ремонта.

Годовой экономический эффект от внедрения гидротарана в СПК «Жигер» в сравнении с существовавшим насосным агрегатом АН 1½ К-6-М по отличительным затратам определялся согласно существующим нормативным документам [4] и составил 50250 тенге или 420 долларов США (на 1.06.2008 г.), срок окупаемости равен 0,63 года.

Применение гидравлического тарана фермерскими хозяйствами, в условиях предгорных районов Казахстана, для водоснабжения и орошения земельных участков фермерских хозяйств, расположенных выше водоисточника позволит:

- обеспечить своё хозяйство водой;
- ввести в севооборот плодородные, ранее не использованные земли;
- использовать возобновляемые источники энергии;
- повысить надёжность водозабора;
- снизить эксплуатационные затраты, тем самым увеличить прибыль;
- повысить урожайность сельскохозяйственных культур;

Литература:

1. Овсепян В.М. Гидравлический таран и таранные установки. - М.: Машиностроение, 1968.-124 с.
2. Калашников А.А., Жарков В.А., Кандрин Н.И. и др. Гидравлический таран/ Патенты РК № 9160, № 15860, № 26153.
3. Калашников А.А., Мирдадаев М.С., Жарков В.А. и др. Заключение о выдаче предварительного патента на изобретение № 9488/02 от 28.04.2006 г.
4. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. МСХ СССР. - М.: Колос, 1980.-112 с.