

## **Описание инновационного технологического решения и сравнительная характеристика с отечественными и зарубежными аналогами**

В настоящее время основным способом подачи воды на орошение являются закрытые оросительные сети с машинным водоподъёмом. Проведённый Департаментом мелиорации РФ в 2014 году анализ технического состояния мелиоративного комплекса показал, что средний процент износа гидротехнических сооружений и мелиоративных насосных станций составляет более 50 %.

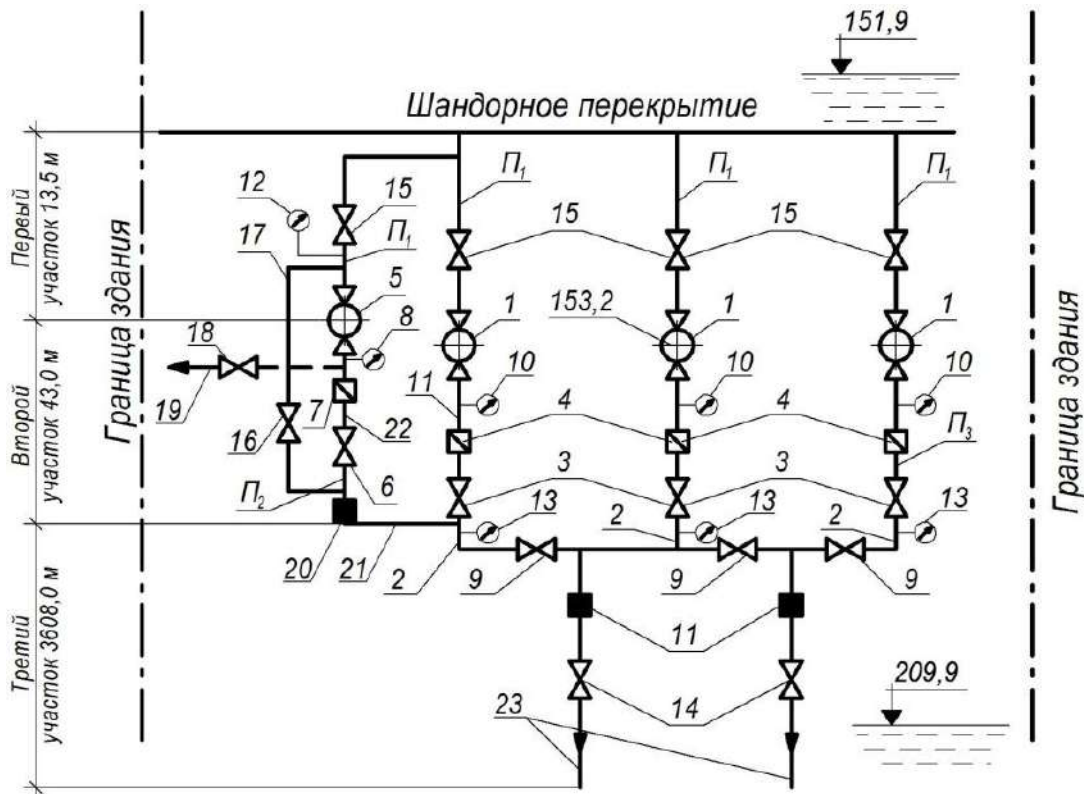
В одном Северо-Кавказском регионе насчитывается 404 станции суммарной мощностью 534517 кВт, обеспечивающих основную подачу воды на орошаемые участки. Эксплуатации насосных станций и трубопроводных систем имеет специфические особенности, несоблюдение которых ведёт к аварийным ситуациям, срыву подачи воды, к полной остановке насосной станции. Наибольшую эксплуатационную опасность работы трубопроводных сетей представляют переходные процессы – пуск и остановка насосных агрегатов, изменение местоположения потребителя, срывы безаварийной работы трубопроводной арматуры – задвижек, обратных клапанов, гасителей гидравлических ударов, в результате которых давление в сети и корпусах гидромеханического оборудования может повышаться в сотни раз в случае непредвиденного обратного тока воды по всему поперечному сечению напорного трубопровода и сложившейся благоприятной ситуации для возможности появления гидравлического удара. Одним из примеров подобной остановки может служить затопление в 2015 году трёх насосных агрегатов на головной Арзгирской насосной станции Ставропольского края общей мощностью 3000 кВт, в результате которого прекратилась подача воды на орошение площади более тысячи гектаров, нарушилось питьевое водоснабжение четырёх районов Ставропольского края. Существующие нормы проектирования предусматривают устройства для гашения гидравлических ударов, основными из которых являются водо-воздушные колпаки, вышедшие из строя в настоящее время практически на всех насосных станциях, и ряд различных других конструкций. Вследствие этого, задача поиска оптимальных решений по предотвращению аварийных ситуаций при гидравлических ударах в трубопроводной сети является актуальной, не решённой в достаточной степени в настоящее время.

В связи с вышеизложенным, была разработана технология предотвращения гидравлического удара в напорных трубопроводах мелиоративных насосных станций и проведены натурные экспериментальные исследования на насосной станции «Междуречье», для которой ранее проводился теоретический расчёт, с целью возможности остановки основных насосных агрегатов без использования дополнительных

традиционных устройств – гасителей гидравлических ударов.

Технология пуска, эксплуатации и остановки основных насосных агрегатов предусматривает четыре режима:

Первый – пуск основного оборудования в начале сезона на свободный трубопровод, осуществляется в следующей последовательности (рисунок 1):



1 – основные насосные агрегаты; 2 – напорный распределительный трубопровод основных агрегатов; 3, 6, 9, 14, 15, 16, 18 – задвижки; 4, 7 – обратные клапаны; 5 – бустерный насос; 8, 10, 12, 13 – манометры; 11, 20 – расходомеры; 17 – байпас; 19 – сбросной трубопровод; 21 – напорный трубопровод; 22 – напорный трубопровод бустерного насоса; 23 – напорный магистральный трубопровод

Рисунок 1 - Технологическая схема установки оборудования на исследуемой насосной станции «Междуречье»

- пускается бустерный насос 5 при закрытых задвижках 3, 6, 14, в случае стандартного пуска манометр 8 покажет полную величину потенциальной энергии в трубопроводе 22 и корпусе насоса 5;

- открываются задвижки 6, 9, 14 при закрытой задвижке 3, энергия в трубопроводе 23 увеличивается по мере заполнения всасывающего, напорных распределительных магистральных трубопроводов, что засвидетельствует манометр 8 и вакуумметр 12. При полном заполнении напорных магистральных трубопроводов манометр 8 покажет, как минимум, разницу отметок водоисточника 151,9 и уровня воды в отводящем канале 209,9.

- задвижка 6 закрывается и пускается основной агрегат 1 в случае режимного пуска, что засвидетельствует манометр 10, открывается задвижка

3, и манометр 10 покажет полную потенциальную энергию – разницу отметок и суммарной величины потерь напора в напорном распределительном 2 и магистральном трубопроводах 23, расходомер 11 покажет величину подачи основного агрегата.

- бустерный насос 5 останавливается, и в случае необходимости задвижка 15 закрывается.

Второй – остановка основных агрегатов в вегетационный период. Основная задача службы эксплуатации в таком случае - не допустить освобождения трубопровода при различных видах утечек. Контроль наличия оставшейся воды в магистральном трубопроводе производится манометрами 13, показания которых при остановленных агрегатах должны соответствовать геометрической высоте подъёма. При наличии утечек и понижении показаний манометра 13 поддержания заполненного состояния трубопроводов производится бустерным насосом по вышеуказанному порядку.

При остановке основных агрегатов для предотвращения обратного потока воды в магистральном трубопроводе открывается задвижка 15, пускается бустерный насос 5, открывается задвижка 6 и при условии необходимости увеличения потенциальной энергии, вследствие пуска дополнительного насоса, в трубопроводе 2 закрывается обратный клапан работающего основного насоса, при гарантированном отсутствии обратного потока воды в напорном магистральном трубопроводе 2.

Третий – эксплуатация насосной станции в вегетационный период. Осуществляется с соблюдением всех норм, стандартных эксплуатационных режимов. В случае необходимости подключения дополнительных потребителей неработающий агрегат пускается с остановленным бустерным насосом, вследствие увеличенного напора в сети, изменятся потери напора и потенциальная энергия, после чего подключается дополнительный потребитель. Основным необходимым принципом является соблюдение возможности увеличения энергии в сети бустерным насосом перед остановкой основного насоса для предварительного закрытия обратных клапанов..

Четвёртый – остановка и консервация насосной станции в конце сезона производится в таком же порядке, как и остановка по второму варианту, с использованием бустерного насоса. После остановки вода сбрасывается через мокрый колодец, после чего открываются все задвижки насосной станции, в случае необходимости проводится ревизия и консервация всей трубопроводной арматуры и агрегатов.



Рисунок 2 – Внутренний вид обвязки бустерного агрегата, установленного на насосной станции «Междуречье»

Сравнительная характеристика существующих способов борьбы с гидравлическим ударом и предлагаемой технологией приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика существующих способов борьбы с гидравлическим ударом и предлагаемой технологией

Тип гасителя	Возможный диаметр трубопровода	Возможное давление	Стоимость, млн руб.
1	2	3	4
1 Клапан для защиты от гидроудара серии SR (Германия)	100-400 мм	16-160 МПа	20,0-45,0
2 Клапан для защиты от гидроудара Vermad (Израиль)	40-1200 мм	10-16 МПа	0,25-85,0
3 Гаситель гидравлических ударов ГУП-350 (Россия)	200-300 мм	10 МПа	0,45-0,70
5 Технология предотвращения гидравлического удара в напорных трубопроводах мелиоративных насосных станций	40-1500 мм	10-160 МПа	0,025-0,15 (в зависимости от наличия ранее установленного оборудования)

Анализ информации вышеприведённой таблицы 1 показывает, что при сравнении характеристик существующих видов гасителей гидравлических ударов и предлагаемой технологии предотвращения гидравлического удара в напорных трубопроводах мелиоративных насосных станций, по приведённым показателям превосходит существующие аналоги.

### **Научно-технологическая новизна разработки**

Расчёт изменения характеристик трубопроводных сетей при переходных эксплуатационных процессах, основанный на возможности изменения гидравлических параметров насосного оборудования без резких изменений напорно-расходной характеристики, а также проведённые эксплуатационные экспериментальные исследования позволили:

- усовершенствовать технологический процесс эксплуатации насосного оборудования, в случае изменения гидравлических характеристик трубопроводной сети методом установки бустерного агрегата с изменёнными гидравлическими параметрами;
- разработать методику теоретического расчёта возможности изменения гидравлических параметров насосного оборудования без резких колебаний потока в трубопроводной сети;
- вывести экспериментальные зависимости, позволяющие произвести расчёт характеристик насосного оборудования насосной станции.

### **Патентно-лицензионное завершение разработки**

В ходе длительной работы над технологией предотвращения гидравлического удара в напорных трубопроводах мелиоративных насосных станций было получено патентное свидетельство:

- патент на изобретение «Способ борьбы с гидроударом в напорных трубопроводах центробежных насосов» № 2689652 РФ Оpubл. 28.05. 2019. Бюл. № 16.

### **Конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках**

Конкурентные преимущества данной технологии не вызывают сомнений, так как для ее реализации будут применяться комплектующие, производимые в Российской Федерации, что не мало важно при современном дефиците запчастей и комплектующих для импортных аналогов, дешевизна данной технологии в сотни раз превышает аналогичные клапаны гасители гидравлических ударов отечественного и зарубежного производства.



Патентное свидетельство на способ борьбы с гидроударом в напорных трубопроводах центробежных насосов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2689652

**СПОСОБ БОРЬБЫ С ГИДРОУДАРОМ В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ**

Патентообладатель: **ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ" (ФГБОУ ВО ДОНСКОЙ ГАУ) (RU)**

Авторы: **Ширяев Вадим Николаевич (RU), Уржумова Юлия Сергеевна (RU), Тарасьянц Сергей Андреевич (RU)**

Заявка № 2018111305

Приоритет изобретения 15 декабря 2017 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 28 мая 2019 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 15 декабря 2037 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев





**Акт внедрения в Изобильненский филиал ФГБУ «Управление  
«Ставропольмелиоводхоз»**

**УТВЕРЖДАЮ:**

И.О. директора НИМИ им.  
А.К. Кортунова - филиал ФГБОУ ВО  
«Донской ГАУ»

  
\_\_\_\_\_ С.С. Тарасян

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

Директор Изобильненского филиала  
ФГБУ «Управление  
«Ставропольмелиоводхоз»

  
\_\_\_\_\_ В.В. Трушев

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**АКТ ВНЕДРЕНИЯ**

**результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ**

**ЗАКАЗЧИК:** Изобильненский филиал ФГБУ «Управление «Ставропольмелиоводхоз»

Настоящим актом подтверждается, что в результате работы «Техническое обследование насосной станции Рассвет-8 Изобильненского филиала ФГБУ «Управление «Ставропольмелиоводхоз», выполненной НИМИ им. А.К. Кортунова - филиал ФГБОУ ВО «Донской ГАУ» использованы рекомендации по внедрению способа борьбы с гидроударом в напорных трубопроводах центробежных насосов на насосной станции Рассвет-8.


Результаты данной работы приняты для реконструкции и дальнейшей эксплуатации насосной станции

1. Вид внедренных результатов - **рекомендации для проектирования**
2. Характеристика масштабов внедрения - **единичное.**
3. Новизна результатов научно-исследовательской работы - **разработаны чертежи и методика расчёта дополнительного оборудования.**


**РАЗРАБОТЧИКИ:** от НИМИ им. А.К. Кортунова - филиал ФГБОУ ВО «Донской ГАУ» руководитель НИР д.т.н., проф. С.А. Тарасьянц, асп. В.Н. Ширяев.

**НИМИ им. А.К. Кортунова - филиал  
ФГБОУ ВО «Донской ГАУ»**

Руководитель НИР

  
\_\_\_\_\_ проф. С.А. Тарасьянц

Ответственный исполнитель

  
\_\_\_\_\_ асп. В.Н. Ширяев

**Изобильненский филиал  
ФГБУ «Управление «Ставропольмелиоводхоз»**

Ответственный за внедрение

Заместитель директора

  
\_\_\_\_\_ Р.А. Гашимов