

РЕКОНСТРУКЦИЯ ВСАСЫВАЮЩЕГО ТРУБОПРОВОДА С ИЗМЕНЕНИЕМ РАСТРУБА ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ПРИВОЛЖСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

АБДРАЗАКОВ Фярид Кинжаевич, Саратовский аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ЛОГАШОВ Денис Владимирович, Саратовский аграрный университет имени Н.И. Вавилова

РУКАВИШНИКОВ Андрей Алексеевич, Саратовский аграрный университет имени Н.И. Вавилова

В статье рассмотрены актуальные проблемы Приволжской оросительной системы, возникающие в ходе эксплуатации, относящиеся к большим потерям воды в оросительном канале, кавитации и постоянным засорам всасывающего раструба. Анализ работы системы выявил существенные недостатки насосной станции, препятствующие эффективной эксплуатации. Изложены основные преимущества реконструкции всасывающего раструба с трубопроводом на основе исходного варианта.

Введение. Погодные условия прошедшего поливного сезона еще раз подтвердили, что мелиораторы и сельхозтоваропроизводители осуществляют свою деятельность в степной зоне рискованного земледелия. С мая по сентябрь 2020 г. практически полностью отсутствовали осадки, в круглогодичном режиме производился полив сельскохозяйственных культур 50 насосными станциями. В результате эффективной работы Приволжского филиала ФГБУ «Саратовмеливодхоз» за июнь было подано более 20 млн м³ воды на орошение. Статистика подаваемой воды непосредственно на орошение наглядно демонстрирует результат всей работы мелиоративной службы, выражаясь в увеличении урожайности зерновых культур, кукурузы на силос, люцерны.

Отсутствие обильных снегопадов и паводковых вод мотивирует мелиораторов на планомерную и наступательную работу по подготовке гидротехнических сооружений, насосных станций и каналов к поливному сезону 2021 г. Ремонт насосно-силового оборудования, подготовка трубопроводов, очистка каналов от наносов обеспечивают надежность работы насосных станций в поливной период, что в свою очередь гарантирует запланированный валовый сельскохозяйственный продукт.

В период весенней подготовки для обеспечения гарантированного полива на территории Марксовского района Саратовской области подготавливаются порядка 50 насосных станций, из них 2 головных, 6 перекачивающих (рис. 1), 40 подкачивающих (рис. 2) и 2 плавучих. Вода подается для орошения сельскохозяйственных культур 54 хозяйствам разной собственности на общую площадь более 30 тыс. га.

В рамках Федеральной целевой программы «Развитие мелиорации

земель сельскохозяйственного назначения России на период до 2020 года» (Утверждена Постановлением Правительства РФ от 12 октября 2013 г. № 922), на Приволжской оросительной системе были заменены часть насосов на каждой из пяти перекачивающих насосных станций. Данная масштабная реконструкция позволила сделать акцент на основных технологически сложных узлах насосной, которые являются основными дорогостоящими, а именно многомиlionными основными средствами с помощью которых головные и перекачивающие насосные транспортируют воду для орошения [1–2].

В свою очередь службой эксплуатации Приволжского филиала ФГБУ «Саратовмеливодхоз» осуществляется текущий запланированный ремонт основных средств, которые не попали в федеральную



Рис. 1. Перекачивающая насосная станция для подъема воды в верхний бьеф



Рис. 2. Подкачивающая насосная станция для подачи воды с канала в поля потребителю



программу. К такому оборудованию относится всасывающий раструб, являющийся важным конструктивным элементом. Расположение всасывающих раструбов на Приволжской оросительной системе приводит к систематическим сбоям работы насосно-силового оборудования из-за попадания сорной растительности и воздуха в насос, а значит, срыву вакуума и остановке работы оборудования. В результате этого снижается эффективность функций раструба [3]. Другая сторона проблемы, находящаяся в зависимости от расположения раструба, – это необходимость заполнения оросительных каналов до максимального уровня, что напрямую влияет на затраты по электроэнергии и появление необратимых потерь водных ресурсов (фильтрация, технические потери), что в экономическом плане не позволительно [4].

Нами предлагается комплекс решений по реконструкции раструба для решения описанных выше проблем при эксплуатации. Отсюда следует, что тема исследования является актуальной и заслуживает внимания.

Целью исследования является повышение эксплуатационной надежности подкачивающих насосных станций за счет обоснования целесообразности и экономической эффективности реконструкции раструба всасывающего трубопровода на насосных станциях Приволжской оросительной системы Саратовской области.

Методика исследований. Были проведены как полевые, так и натурные исследования. При детальном обследовании всасывающих трубопроводов и каналов ряда насосных станций Приволжской оросительной системы был сделан вывод о незамедлительном шаге по изменению угла наклона, формы раструба и сороудерживающей решетки на нем, а также определения расстояния расположения раструба до дна канала. Данные действия необходимы для улучшения технического уровня работы всей системы транзита воды из канала на севооборот. Поэтому при решении данной проблемы гарантируется сохранение системной работы оборудования, нивелируются риски попадания сорной растительности в насосно-силовое оборудование, уходит необходимость наполнения водой канала до максимального уровня.

На некоторых пикетах магистрального канала по причине неправильного расположения раструба всасывающего трубопровода приходится принимать решение о повышении уровня заполнения канала, для того чтобы насосный агрегат смог работать вnominalном режиме и, как следствие, не нарушать технологию полива сельхозтоваропроизводителей.

Результаты исследований. Затратная составляющая по реконструкции раструба всасывающего трубопровода является небольшой и решается в рамках имеющихся фондов организации, но рентабельность от проведенных технологических действий будет выражаться в ликвидации большого количества издержек (временных, материальных, трудозатрат), а именно в экономии значительных финансовых средств, что является существенным в современных экономических реалиях. Реализация данного мероприятия направлена не только на экономию ресурсов, но и обеспечение гарантированной надежности работы насоса на протяжении всего поливного сезона в безаварийном режиме, что напрямую влияет на план полива в вегетационный период сельскохозяйственных культур.

На рис. 3 представлен всасывающий раструб всасывающего трубопровода до его реконструкции.

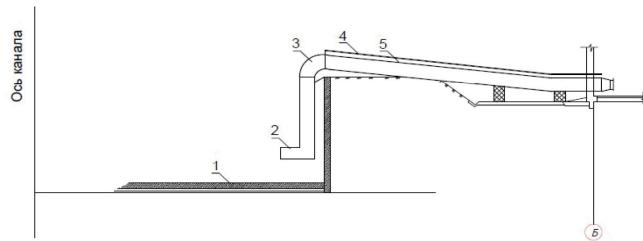


Рис. 3. Всасывающий раструб всасывающего трубопровода до его реконструкции: 1 – дно канала; 2 – всасывающий головок; 3 – переход; 4 – вакуумный трубопровод, 5 – всасывающий трубопровод

При изучении проектной документации Приволжской оросительной системы и фактического состояния всасывающего раструба установлено, что разворот раструба направлен на всасывание воды сверху зеркала канала, либо сам всасывающий оголовок не имеет расширения (раструба) на трубопроводе (рис. 3, 4) от чего физически, при минимальном уровне наполнения канала водой образуется так называемая «воронка», которая подхватывает воздух в насосно-силовое оборудование.

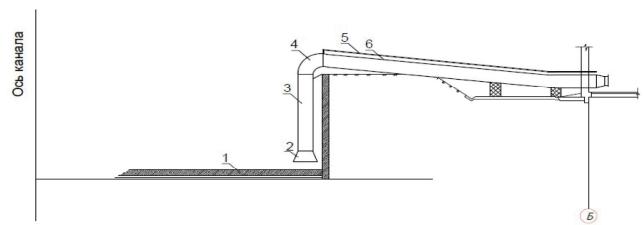


Рис. 4. Вид всасывающего раструба после реконструкции: 1 – дно канала; 2 – всасывающий раструб; 3 – всасывающий трубопровод; 4 – переход; 5 – вакуумный трубопровод; 6 – продолжение всасывающего трубопровода

В практической деятельности данное обстоятельство пагубно отражается на всей работе насосной установки. При образовании «воронки» во всасывающий трубопровод и в рабочую камеру насоса попадает воздух, что в дальнейшем является причиной остановки оборудования из-за срыва вакуума. Данную проблему следует решить в некоторых случаях путем разворота раструба на 180 град. с монтажом расширяющего оголовка, так, чтобы всасывающая часть смотрела вниз под прямой линией в дно канала максимально расширенной заборной частью всасывающего трубопровода с сороудерживающей решеткой (рис. 5) [5, 6].

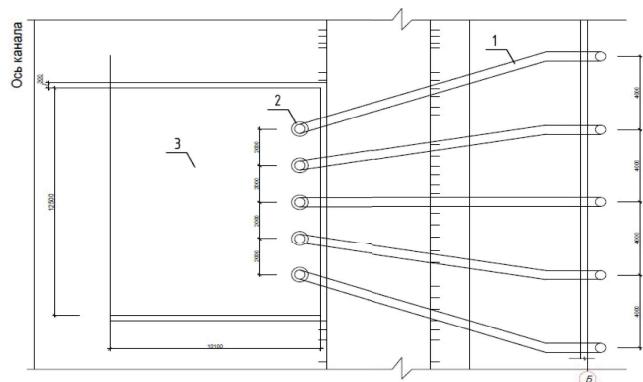


Рис. 5. Вид аванкамеры и всасывающего раструба сверху: 1 – всасывающий трубопровод; 2 – всасывающий раструб; 3 – дно канала



При таком развороте и формой раструба с защитной решеткой (рис. 6, 7) во время подачи водоснабжения «воронка» ликвидируется, сорная растительность не попадает в насосную камеру, насосный агрегат работает в номинальном режиме в соответствии с заводскими характеристиками.

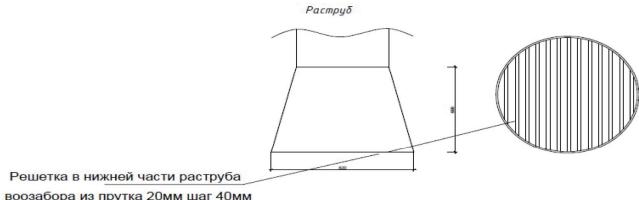


Рис. 6. Всасывающий раструб с сороудерживающей решеткой



Рис. 7. Всасывающий раструб после реконструкции, развернутый в сторону оси канала, монтируемый по наклону бермы с расширением оголовка и сороудерживающей решеткой

Развернув раструб всасывающего трубопровода вниз, в комплексе следует применять сороудерживающую решетку, которая будет не задерживать сорную растительность, а пропускать ее дальше по течению к месту очистки на канале. Форма раструба (рис. 8) и сороудерживающей решетки будет работать по принципу фильтра, что в результате способствует пропуску плывущей растительности и другого возможного мусора, с целью непопадания в рабочий орган насоса (рис. 9). Данный раструб имеет свою актуальность на тех каналах, где вода имеет сорную растительность и иные примеси.



Рис. 8. Всасывающий раструб в ходе монтажных работ без сороудерживающей решетки



Рис. 9. Всасывающий раструб с сороудерживающей решеткой в ходе монтажных работ

При имеющихся данных насосная станция с всасывающим раструбом отработал за 30 дней 720 а/ч. В ходе сравнительного анализа было установлено, что без всасывающего раструба насосная станция за 30 дней отработала 648 а/ч по причине вынужденных остановок из-за засоренности всасывающего трубопровода. Данный простой (72 ч) является причиной недоставки воды потребителю до 10 % от заявленных договорных обязательств. Таким образом объем перекаченной воды с модернизированным раструбом увеличивается на 10 %, гарантируется беспрерывная работа насосной станции, увеличивается эксплуатационная надежность. Исходя из этого, можно сформулировать формулу. Формула будет подтверждать, что объем перекаченной воды с всасывающим раструбом больше, чем без него на 10 %.

$$\frac{t}{(A\text{ч})} = \text{Вс}_{\phi}, \quad (1)$$

где t – время проводимого наблюдения; ($A\text{ч}$) – внешнесистемная единица электрического разряда; Вс_{ϕ} – коэффициент эффективности всасывания.

$$\text{Вс}_{\phi}i = 720/720 = 1; \quad (2)$$

$$\text{Вс}_{\phi}j = 648/720 = 0,9, \quad (3)$$

где $\text{Вс}_{\phi}i$ – реконструируемый раструб; $\text{Вс}_{\phi}j$ – раструб до реконструкции.

Данные результаты доказывают эффективную работу модернизированного раструба, так как он позволяет бесперебойно выполнять свою задачу и эффективно перекачивать необходимый объем воды. Таким образом:

$$\text{Вс}_{\phi}i > \text{Вс}_{\phi}j. \quad (4)$$

При правильном развороте угла всасывающего раструба появляется возможность расположить начало трубопровода на расстоянии от 300 мм от дна канала, что позволит на минимальном уровне держать уровень воды в канале.

Так как диаметр всасывающего трубопровода больше (объемнее), чем до реконструкции всасывающего оголовка, увеличивается заборный объем воды и уменьшается скорость всасывания, что способствует плавному и объемному забору воды из канала.

Так, к примеру, на насосной станции, расположенной на ПК 15+4 Приволжской оросительной системы, с раструбом, установленным при строительстве канала в 1980 г., требовалось наполнять канал по уровню воды на высоте порядка 5 м в канале. При реконструкции всасывающего раструба канал достаточно наполнять для работы конкретной насосной на вышеуказанных пикетах до 3 м. Отсюда следует, что с наполненным каналом воды высотой 5 м необходимо наполнять 162 000 м³ воды – это работа одного агрегата на головной насосной займет времени 9 ч 30 мин, при этом электроэнергии будет затрачено 9 300 кВт при тарифе 6 руб./кВт = 55 800 руб. Данная сумма необходима только на заполнение, без поддержания необходимого уровня. При реконструированном раструбе затраты по электрической энергии составят 44 640 руб. Таким образом, реконструкция раstrub-



ба экономит только при разовой закачке части магистрального канала 11 160 руб.

Сравнительные результаты исследования представлены в таблице.

Сравнительные результаты по реконструкции всасывающего раstrуба

Показатель	Старая конструкция раstrуба	Улучшенная конструкция раstrуба
Уровень заполнения канала, %	95 %	65 %
Риски образования воронок, допускаются / исключаются	Имеются риски образования	Нивелирование рисков образования
Попадание сорной растительности в рабочий орган насоса, допускается / исключается	Допускается	Исключается
Увеличение поставленной воды потребителю, %	Норма	Выше нормы на 10

Заключение. Таким образом, конструктивное изменение всасывающего раstrуба положительно влияет и гарантирует надежную работу всей насосной станции, находящейся на магистральном канале. Из таблицы видны плюсы экономического и технологического характера. Оценка финансовой эффективности по реконструкции раstrубов на Приволжской оросительной системе позволяет сделать вывод о том, что проект рентабелен и рекомендуется к реализации. Реконструкция всасывающего оголовка исключает попадание сорной растительности в оборудование, не требует наполнения магистрального канала до максимального уровня, а также ликвидируется «воронка». На примере работы насосных станций в поливной период установлено, что производительность насосных увеличивается на 10 %. Реконструкция раstrуба всасывающего трубопровода на насосных станциях Приволжской оросительной системе приведет к эксплуатационной надежности насосного оборудования путем ухода от попадания воздуха в оборудование и возможного засорения насосного агрегата, сократит расходы на оплату электрической энергии для максимального наполнения канала водой, так как канал будет наполняться до минимально необходимой отметки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдразаков Ф.К., Узякова Н.Н. Диагностика качества электрооборудования насосных станций // Механизация строительства. – 2017 – № 9. – С. 34–37.
 2. Абдразаков Ф.К., Носенко А.В., Поморова А.В. Исследования и оценка технического состояния Комсомольской оросительной системы // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 11. – С. 44–47.
 3. Абдразаков Ф.К., Носенко А.В., Поморова А.В. Результаты обследования насосных станций комсомольской оросительной системы // Актуальные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы VII очной науч.-практ. конф. / Под ред. Ф.К. Абдразакова. – Саратов, 2018. – С. 21–25.
 4. Абдразаков Ф.К., Поморова А.В. Техническое состояние головной насосной станции Комсомольской оросительной системы Саратовской области // Перспективы ресурсосбережения технологий в условиях Поволжья: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти заслуженного деятеля науки и техники, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Денисова Евгения Петровича / ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2018. – С. 43–51.
 5. Бородкин Н.Н., Паламарчук Т.Н., Захаров В.А. Выбор и расчет базовых режимных параметров центробежных насосов для определения начального этапа кавитации // Сборник научных трудов ДонИЖТ. – 2019. – № 52. – С. 82–91.
 6. Ксенофонтова Т.К. Моделирование натурных испытаний железобетонных раstrубных труб водохозяйственного назначения на внешнюю нагрузку // Природообустройство. – 2020. – № 2. – С. 49–56.
- Абдразаков Фярид Кинжайевич**, д-р техн. наук, проф. кафедры «Природообустройство, строительство и теплоэнергетика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.
- Логашов Денис Владимирович**, аспирант кафедры «Природообустройство, строительство и теплоэнергетика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.
- Рукавишников Андрей Алексеевич**, аспирант кафедры «Природообустройство, строительство и теплоэнергетика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.
410056. г. Саратов, ул. Советская, 60.
Тел.: (8452) 74-96-29.
- Ключевые слова:** орошение; всасывающий раstrуб; кавитация; оросительный канал; реконструкция и ремонт; гидравлика.

RECONSTRUCTION OF THE SUCTION PIPELINE WITH A CHANGE IN THE BELL OF THE ELECTRIFIED PUMPING STATIONS OF THE VOLGA IRRIGATION SYSTEM

Abdratzakov Fyrid Kinzhayevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Environmental Engineering, Construction and Heat Power Engineering", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Logashov Denis Vladimirovich, Post-graduate Student of the chair "Environmental Engineering, Construction and Heat Power Engineering", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Rukavishnikov Andrey Alekseevich, Post-graduate Student of the chair "Environmental Engineering, Construction and Heat Power Engineering", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: irrigation; suction bell; cavitation; irrigation channel; reconstruction and repair; hydraulics.

The article deals with the actual problems of the Volga irrigation system that arise during operation, related to large water losses in the irrigation channel, cavitation and permanent blockages of the suction pipe. The analysis of the system operation revealed significant shortcomings of the pumping station that prevent efficient operation. Solutions for optimization of pumping stations that supply water to irrigation fields are structurally developed and presented. The main advantages of reconstruction of the suction pipe with a pipeline based on the original version are described.

