

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Департамент мелиорации

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ МЕЛИОРАЦИИ»
(ФГБНУ «РосНИИПМ»)

УДК 626.83

А. Е. Шепелев, А. А. Чураев, А. С. Штанько

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПЛАВУЧИХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ
МЕЛИОРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

(научный обзор)

Новочеркасск 2014

Содержание

Введение	3
1 Плавучие насосные станции ФГБУ «Управление «Астраханмелиоводхоз»	4
2 Конструктивные и эксплуатационные особенности плавучих насосных станций.....	7
3 Техническая модернизация и автоматизация плавучих насосных станций.....	23
Заключение	35
Список использованной литературы.....	36
Приложение А (справочное) Проектные и фактические мощности плавучих насосных станций ФГБУ «Управление «Астраханмелиоводхоз»	38
Приложение Б (справочное) Результаты обследований работы плавучих насосных станций	40

Введение

Основой сельскохозяйственного производства в Астраханской области являются орошаемые земли, на них производится более 90 % сельхозпродукции. В настоящее время на балансе ФГБУ «Управление «Астраханмелиоводхоз» находится 105 насосных станций (в том числе 27 плавучих, построенных с 1967 по 1991 годы). С помощью этих плавучих насосных станций (ПНС) ранее орошалось около 216 тыс. га. ПНС применяются на оросительных системах, как правило, в качестве головных насосных станций. Сейчас орошаемая площадь, обслуживаемая этими станциями, уменьшилась до 40 тыс. га, что почти в шесть раз меньше проектной площади. В связи с сокращением орошаемых площадей основная нагрузка по трактам ложится на водообеспеченность населенных пунктов, оздоровление экологической обстановки, предотвращение опустынивания и деградации земель, находящихся в зоне обслуживания насосной станцией [1].

Расчетный срок службы ПНС с учетом квалифицированного их использования, а также качественного и своевременного проведения ремонтных работ, равен 25 годам, по истечении которых они подлежат замене вследствие их физического износа. Таким образом, начиная с 1992 года, возникла необходимость поэтапной замены ПНС.

В настоящее время часть ПНС работает, несмотря на предписание представителей Речного Регистра, запрещающих их эксплуатацию. Ежегодно значительные средства расходуются на их текущий и капитальный ремонты.

1 Плавающие насосные станции ФГБУ «Управление «Астраханмелиоводхоз»

Объектом эксплуатации являются плавающие насосные станции, находящиеся на балансе ФГБУ «Управление «Астраханмелиоводхоз» и эксплуатирующиеся следующими филиалами: Ахтубинский, Енотаевский, Харабалинский и Черноярский.

Общее количество станций в данное время – 27 шт. Из них 22 шт. выработали свой ресурс и подлежат реконструкции либо замене. Используемое насосное оборудование (насосы типа Д), в связи с выработкой срока эксплуатации, требует частых ремонтов. Состояние судов в целом пока удовлетворительное, но также и они часто ремонтируются. Все это влечет за собой дополнительные финансовые и временные затраты.

С помощью плавающих насосных станций, которые берут воду из реки Ахтуба, ерика Грачевка, ерика Бобер, рек Енотаевка и Волга, орошается около 15,7 тыс. га вместо проектной площади 49,7 тыс. га. ПНС применяются на системах в качестве головных насосных станций. Самые старые из них введены в эксплуатацию с 1970 года.

В период с 1967 по 1973 годы строительство и поставка ПНС осуществлялись по индивидуальным проектам и заказам. С 1971 года план поставки ПНС формируется Минводхозом СССР по согласованию с Минсудпромом СССР и Минречфлотом РСФСР, которые обеспечивали строительство ПНС на подведомственных заводах.

Предложения по строительству и поставке ПНС утверждались Госпланом СССР и включались в Постановления ЦК КПСС и СССР по развитию сельского хозяйства в соответствующих пятилетках. Начиная с 1972 года, было подготовлено несколько таких Постановлений:

- Постановление от 02.10.72 № 720 о строительстве и поставке ПНС в IX пятилетке (1973-1975 гг.);

- Постановление от 15.07.76 № 570 о строительстве и поставке ПНС в X пятилетке (1976-1980 гг.);

- Постановление от 23.10.84 № 1082 о строительстве и поставке ПНС в XII пятилетке (1986-1990 гг.);

- Постановление СМ РСФСР от 27.11.84 № 473 о строительстве и поставке ПНС Минречфлотом РСФСР Минводхозу РСФСР в XII пятилетке (1986-1990 гг.).

Объемы поставок ПНС ежегодно уточнялись Госпланом СССР и соответствующими ведомствами с учетом ресурсных возможностей в сферах разработки и производства.

Техническая документация ПНС была разработана «ЮЖГИПРОВОДХОЗОМ» и «АСТРАХАНГИПРОВОДХОЗОМ» и согласована в установленном порядке со всеми ведомствами, осуществляющими технический надзор за строительством судов подобного типа.

По проектам «ЮЖГИПРОВОДХОЗА» велось строительство ПНС унифицированных типоразмеров (УТ). Они серийно строились на заводах Минсудпрома в XI и XII пятилетках и поставлялись практически во все регионы СССР. Проекты унифицированных ПНС разработаны в период 1985-1990 гг. на следующей научно-конструкторской базе:

- параметрическом ряде единичной производительности главных насосных агрегатов (ГНА), поставляемых отечественной промышленностью того времени;

- типажной размерности (по числу ГНА), соответствующей запросам потребителей и экономическим требованиям по оптимизации;

- требованиям промышленного дизайна, которые были реализованы в проектах ПНС при участии специалистов Киевского филиала ВНИИТЭ, вследствие чего архитектурные решения унифицированных ПНС были защищены свидетельствами на промышленные образцы.

Эти базовые разработки были выполнены в соответствии с программой стандартизации ПНС, разработанной «ЮЖГИПРОВОДХОЗОМ» совместно с Киевским филиалом ВНИИТЭ и одобренной Минводхозом СССР и Минсудпромом.

По проектам «АСТРАХАНМЕЛИОВОДХОЗА» велось строительство насосных станций типа СНР. Они строились на заводах Минречфлота РСФСР и поставлялись только для объектов в Астраханской области. Номенклатура ПНС и перечень заводов-строителей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Номенклатура ПНС и перечень заводов-строителей, осуществляющих поставку ПНС с 1967 по 1991 гг.

Типоразмер ПНС	Индекс проекта	Завод-строитель	Ведомство
ИТ-6×3,2	РН-6×1250	Ахтубинский СРЗ	МРФ
УТ-6×3,2	5815	Волгоградский ССЗ	МСП
УТ-2×1,6	РН-2Э	Астраханский ССЗ	МСП
		Пермский ССЗ	МСП
ИТ-4×1,6	РН-4×450	Ахтубинский СРЗ	МРФ
		Рыбинский ССЗ	МСП
	РН-4×630	Рыбинский ССЗ	МСП
УТ-4×1,6	16460	Навашинский ССЗ	МСП
УТ-6×1,6	РН-6×630	Ростовский СРЗ	МРФ
	04411	Навашинский ССЗ	МСП
УТ-8×1,6	5811	Волгоградский ССЗ	МСП
УТ-4×0,4	3408	Рыбинский ССЗ	МСП
ИТ-8×0,4	Пролетарка	Ростовский СРЗ	МРФ
УТ-3×0,2	2404	Волгоградский ССЗ	МСП
		Ахтубинский СРЗ	МРФ
СНРД-2×300		Астраханский ССРЗ им. 30-летия Октября	МРФ
		Астраханская судовой верфь им. Кирова	МРФ
СНР-3×160		Астраханский ССРЗ им. Ленина	МРФ
СНР-3×200		Ахтубинский ССРЗ	МРФ
СНР-3×250		Астраханский ССРЗ им. Ленина	МРФ
		Ахтубинский ССРЗ	МРФ
СНР-3×315		Астраханский ССРЗ им. 30-летия Октября	МРФ
СНР-3×320		Астраханская судовой верфь им. Кирова	МРФ
СНР-3×630		Ахтубинский ССРЗ	МРФ
		Астраханский ССРЗ им. 30-летия Октября	
СНР-4×630		Ахтубинский ССРЗ	МРФ
СНР-6×1000		Ахтубинский ССРЗ им. Ленина	МРФ
		Ахтубинский ССРЗ	МРФ
НАП-1,1		Астраханская судовой верфь им. Кирова	МРФ
ЭПНС-5		Астраханский ССРЗ им. Ленина	МРФ

Обеспечение ПНС комплектующими изделиями и оборудованием в процессе строительства осуществлялось Минсудпромом и Минречфлотом РСФСР совместно с Министерством химического и нефтяного машиностроения, Министерством электротехнической промышленности, Министерством энергетики и электрификации и Минводхозом СССР.

Начиная с 1991 года, программы по разработке конструкторской документации, строительству и поставке ПНС были свернуты, а работы по строительству и поставке ПНС были прекращены.

Анализ полученных данных по плавучим насосным станциям по ФГБУ «Управление «Астраханмелиоводхоз» (приложение А) и результаты обследований работы ПНС на примере ГНС КАРОС (приложение Б) показали, что в связи с сокращением орошаемых площадей почти в 4 раза неиспользуемые мощности простаивают, а обслуживание их экономически нецелесообразно. С одной стороны такая картина позволяет рекомендовать уменьшить проектные мощности до фактически используемых, а с другой – это неизбежный шаг к потере ранее орошаемых плавучими насосными станциями площадей.

Примером приведенного факта является работа ГНС КАРОС в 2013 году. Вместо 12 насосных агрегатов суммарной мощностью 15000 кВт в течение поливного сезона работали всего два суммарной мощностью 2500 кВт.

2 Конструктивные и эксплуатационные особенности плавучих насосных станций

Понтоны плавучих насосных станций следует конструировать как сухогрузные несамоходные суда по правилам Речного регистра РФ [2].

Технический проект понтона необходимо согласовывать с Речным регистром, если длина понтона превышает 20 м.

Корпуса понтонов плавучих насосных станций, как правило, изготавливают стальными (сварной конструкции) или железобетонными (моно-

литными или сборно-монолитными). Железобетонные понтоны, как правило, необходимо изготавливать на специализированной судовой верфи.

Основная несущая система набора понтона поперечная со шпангоутным расстоянием (шпация) 600 мм для судов разрядов «Р» и «Д» и 550 мм для всех остальных. В форпике расстояние между шпангоутами должно быть не более 500 мм для судов разрядов «М» и не более 550 мм для остальных разрядов.

В понтонах шириной более 6000 мм или осадкой более 1000 мм следует предусматривать установку шпангоутов повышенной жесткости или поперечных балок-растяжек на уровне палубы. Их назначение – увеличить жесткость днища понтона, исключить раскрытие бортов и скручивание фундаментов основных агрегатов [3-6].

Основные агрегаты следует размещать в трюме на днище понтона. Фундаменты под насосы и двигатели должны быть достаточно жесткими, чтобы деформации фундаментов и днища понтона при любых режимах работы понтона и оборудования не могли вызвать расцентровки агрегата. Для повышения жесткости фундаментов агрегатов мощностью 500 кВт и более продольные и поперечные балки фундаментных рам необходимо совмещать с днищевым набором. Конструкции фундаментов не должны препятствовать ремонту облицовки.

Оборудование судовых систем (насосы осушительной и балластной систем, противопожарные устройства, вентиляция) желательно устанавливать на служебных мостиках или кронштейнах не ниже 0,6 м над настилом.

Для предотвращения расцентровки агрегатов при деформациях корпуса понтона на всасывающих и напорных трубопроводах должны быть предусмотрены компенсаторы.

Понтон во всех режимах работы должен быть удифферентован на ноль с помощью балластной системы, поэтому для уменьшения объема балластных камер допускается размещение наиболее тяжелого оборудования у борта, противоположного напорным трубопроводам, таким образом,

чтобы величины крена и дифферента были бы одинаковы (но разного знака) в транспортном и рабочем положениях понтона.

Предельные допустимые величины крена и дифферента должны быть согласованы с заводами-изготовителями оборудования.

Установка водонепроницаемых перегородок за счет увеличения габаритных размеров понтона или удобств эксплуатации не рекомендуется.

Борта понтона и пики следует делать двойными, используя это пространство для размещения балласта, водозаборных коробок и шаровых шарниров напорных трубопроводов [2].

Забор воды следует производить со стороны днища. Водозаборные коробки должны быть оборудованы сороудерживающими решетками или рыбозащитными устройствами, герметичными люками, горловины которых необходимо выводить на уровень бортов (но не менее 0,3 м над горизонтом воды при максимальной осадке), и затворами для прекращения доступа воды в коробки при ремонтах насосов и зимней консервации.

Надстройку понтона следует выполнять облегченной конструкции.

Дренажная осушительная система понтона должна состоять не менее чем из двух насосов и кольцевой магистрали с установленными по четырем углам каждого отсека водозаборными воронками. Кроме того, необходимо предусматривать сигнализацию состояния уровня воды в понтоне.

Для заполнения балластных камер необходим специальный насос и система трубопроводов. При специальном обосновании следует использовать в качестве балластного противопожарный насос. Запрещается использование дренажных насосов в качестве балластных систем.

Если понтон насосной станции разделен на самостоятельные отсеки, в каждом из них должны быть предусмотрены автономные дренажные и балластные системы.

Если в зоне расположения плавучей насосной станции на водоисточнике возможны ледовые явления (ледоходы, зажоры и т. д.), понтоны следует укрывать в специальных затонах.

На водохранилищах, где наблюдается переработка берегов или сильное волнение, плавучие насосные станции следует размещать в защищенных от волн естественных заливах. При отсутствии последних следует определить целесообразность размещения понтона во врезанном в берег ковше или за волнозащитными дамбами.

Для уменьшения длины соединительного трубопровода понтон плавучей насосной станции должен располагаться у крутого берега в зоне наибольших глубин.

Положение понтона должно быть зафиксировано по отношению к береговой анкерной опоре. Применяют два вида крепления: на якорях или жесткую расчалку соединительных трубопроводов [2].

Установка понтона на трех якорях применяется на реках с четко выраженным течением. В этом случае два якоря ставятся со стороны берега и один – со стороны реки. Якоря устанавливаются под углом 45° к понтону.

Крепление понтона соединительными трубопроводами, превращенными в статически неизменяемую систему, применяется для легких условий работы при наличии не менее двух однопролетных соединительных трубопроводов и шаровых соединений. Статически неизменяемая система достигается стяжками, установленными крест-накрест снизу и сверху соединительных труб.

Сообщение между понтоном и берегом, как правило, предусматривается по специальному служебному мостику, обеспечивающему транспортировку оборудования.

Для доставки на понтон тяжелого оборудования следует предусматривать плавучие средства и подъемно-транспортное оборудование для его разгрузки и погрузки как на берегу, так и на понтоне. Как правило, понтон оборудуется ручными мостовыми кранами грузоподъемностью до 10 т. В случае необходимости в монтаже более тяжелого оборудования применяют спаренные ручные мостовые краны. При специальном обосновании допускается применение козловых кранов.

Число линий соединительного трубопровода следует принимать равным числу насосных агрегатов. При установке на понтонах агрегатов с подачей менее 500 л/с допускается работа двух насосов на один соединительный трубопровод. При подаче одного насоса более 3 м³/с при специальном обосновании допускается работа одного насоса на два соединительных трубопровода [7-9].

Конструкция соединительных трубопроводов должна обеспечивать подвижность понтона в пределах колебаний горизонтов воды в водоисточнике с учетом 10 % запаса при максимальных кренах понтона, а также прочность при нагрузках от собственной массы труб и заключенной в них воды, гидродинамического давления воды и усилий от навала понтона.

Соединительные трубопроводы должны быть стальными, однопролетными с шарнирными соединениями на концах. Пролет ограничивается прочностью и жесткостью трубы (шарнирного соединения) и допустимой нагрузкой на борт понтона. В тех случаях, когда однопролетные соединительные трубопроводы невыполнимы, разрешается применение соединительных трубопроводов наплавного типа, состоящих из нескольких пролетов. В этом случае промежуточные шарниры устанавливаются на специальных понтонах. Для правильной посадки промежуточных понтонов на дно следует предусматривать искусственные основания [10].

В качестве гибких стыков трубопроводов диаметром 300-1000 мм рекомендуется применять шаровые соединения. Для трубопроводов диаметром до 500 мм допускается применение гибких резиновых шлангов, армированных стальной проволокой.

Гибкие стыки соединительных трубопроводов должны допускать люфт по длине трубопровода, способный компенсировать все неточности, допущенные при монтаже опорных конструкций и подвижной части труб.

Выбор материала и класса прочности труб для водоводов следует принимать на основании технико-экономических и статических расчетов с учетом агрессивности грунта и транспортируемой воды, а также геологи-

ческих условий. Для напорных водоводов, как правило, следует применять неметаллические трубы [11, 12].

Область применения различных типов труб:

- стальные трубопроводы любых диаметров могут быть применены на участках при рабочем давлении более 1,5 МПа, для переходов под железными и автомобильными дорогами, через водные преграды и овраги; при прокладке трубопроводов по опорам эстакад и в туннелях;

- железобетонные трубопроводы диаметром 1700 мм и выше, изготавливаемые на месте из монолитного железобетона, при давлении до 0,5 МПа. При возможности изготовления железобетонных труб с предварительно напряженной арматурой, стальным сердечником, а также стальным сердечником, усиленным предварительно напряженной арматурой, расчетное давление может быть увеличено до 3 МПа;

- сборные железобетонные виброгидропрессованные трубы могут быть применены на рабочее давление 1,5, 1,0 и 0,5 МПа при Ду = 500-1600 мм, данный тип труб предназначен для подземной установки;

- сборные тонкостенные железобетонные трубы со стальным сердечником могут быть применены на рабочее давление 1,0 и 1,5 МПа при Ду = 250-800 мм; данный тип труб предназначен для подземной установки;

- сборные железобетонные виброгидропрессованные трубы со стальным сердечником могут быть применены на давление 1,0 и 1,5 МПа при Ду = 500-1000 мм; данный тип труб предназначен для подземной установки;

- сборные железобетонные центрифугированные трубы могут быть применены на давление 1,5; 1,0 и 0,5 МПа при Ду = 500-1600 мм; данный тип труб предназначен для подземной установки;

- трубы напорные асбестоцементные класса ВТ-6, ВТ-9 и ВТ-12 при Ду = 100-500 мм;

- трубы напорные пластмассовые из полиэтилена и полипропиленовые на давление от 0,5 до 1,0 МПа при Ду = 10-600 мм. Пластмассовые трубопроводы могут быть рекомендованы для применения в качестве на-

порных трубопроводов, укладываемых в агрессивных грунтах, а также в качестве водоводов вспомогательных систем.

Трубы напорные чугунные и трубы напорные стальные тонкостенные со спиральным или продольным сварным швом на насосных станциях, как правило, применять не следует.

Толщину стенок стальных и асбестоцементных труб, а также армирование железобетонных труб следует определять расчетом, если они не регламентируются официальными документами, в зависимости от внутреннего давления и условий прокладки трубопроводов [2].

При проектировании напорных трубопроводов плавучих насосных станций следует учитывать следующие требования:

- указания по прокладке трубопроводов (подготовка основания, глубина заложения, параллельная прокладка нескольких ниток трубопроводов, прокладка трубопроводов в туннелях, переходы трубопроводов под дорогами, конструирование колодцев);

- установка трубопроводной арматуры;

- защита от гидравлических ударов;

- расчеты (прочностные, гидравлические, технико-экономические);

- строительство трубопроводов в сейсмических районах;

- строительство трубопроводов на просадочных грунтах, на обрабатываемой территории и на вечномёрзлых грунтах.

Напорные, всасывающие и самотечные трубопроводы мелиоративных насосных станций, не работающие в зимнее время, должны быть, как правило, опорожнены, для этого необходимо предусматривать сбросные устройства.

Число ниток напорного трубопровода длиной менее 100 м следует, как правило, принимать равным числу насосов. При длине трубопровода 100-300 м объединение нескольких ниток в одну должно быть обосновано технико-экономическими расчетами, а при длине более 300 м такое объединение обязательно.

На насосных станциях следует предусматривать, как правило, не менее двух ниток напорных трубопроводов. Для насосных станций III категории надежности по подаче воды допускается одна нитка напорного трубопровода при условии, что время ее ремонта при аварии не превышает допустимого перерыва в водоподаче [13].

Переключения на напорных трубопроводах предусматриваются только для насосных станций I категории надежности подачи при условии, что время ликвидации аварии на трубопроводах не превышает одних суток.

При объединении напорных трубопроводов диаметры труб должны быть подобраны так, чтобы скорости движения воды изменялись, как правило, плавно. Переход от одного диаметра трубы к другому должен осуществляться конусной вставкой с углом не более 8° .

Все элементы стальных трубопроводов (тройники, развилки, колена), сечения которых отклоняются от замкнутых окружностей, следует усиливать специальными конструкциями (эллиптическими полукольцами, круговыми кольцами, распорными стержнями, тягами круглого или каплевидного сечения и т. д.). Необходимость увеличения толщин стенок трубопроводов в местах разветвления труб устанавливается расчетом [2].

При специальном обосновании вместо эллиптических полуколец и круговых колец допускается обетонирование тройников и развилки. В этом случае стальные трубы выполняют роль облицовки, а все нагрузки воспринимает бетонный массив, усиленный кольцевой арматурой.

Лазы для периодического осмотра внутренних поверхностей засыпных трубопроводов разрешается не предусматривать. Установка лазов обязательна на стальных наземных трубопроводах диаметром 800 мм и более (через 200 м), а также на трубопроводах диаметром более 800 мм для ревизии запорной арматуры. Как правило, такие лазы изготавливаются диаметром 450-550 мм с прижимом крышек изнутри давлением воды. В том слу-

чае, если в трубопроводе может возникнуть вакуум, крышки лаза следует крепить на болтах.

Внутренние и наружные поверхности стальных трубопроводов (кроме обетонируемых) должны быть защищены от коррозии специальными покрытиями.

Наружные поверхности стальных трубопроводов, уложенных в земле, необходимо защищать от коррозионной активности грунтов и блуждающих токов. Подземные стальные трубопроводы диаметром 1020 мм и более должны иметь усиленную гидроизоляцию, независимо от удельного электросопротивления грунта, в случае установки на юге Европейской части России; в засоленных, болотистых и поливных почвах любого района страны, на подводных переходах и поймах рек, на переходах через железные и автомобильные дороги, на участках промышленных и бытовых стоков, на участках блуждающих токов. В качестве усиленных покрытий могут быть применены битумно-полимерные, битумно-минеральные, этиленовые и другие.

Для защиты от обрастания дрейссеной окрашенных поверхностей механического оборудования и металлоконструкций, длительное время работающих в воде, их следует покрывать дополнительно двумя слоями обрастающих красок.

Открытые поверхности наземных железобетонных трубопроводов должны защищаться лакокрасочными покрытиями или, при специальном обосновании, штукатуркой на основе полимерных материалов или оклейкой из рулонных и пленочных химически стойких материалов.

Напорные трубопроводы из асбестоцементных и сборных железобетонных труб рекомендуется применять засыпными. При прокладке трубопровода в зоне отрицательных температур материал стыковых элементов должен быть морозостойким.

Укладка асбестоцементных и сборных железобетонных труб в пучинистых грунтах в зимнее время, как правило, не допускается, а в просадоч-

ных грунтах допускается при условии устранения возможности просадок.

Присоединение фасонных частей к трубам следует выполнять при помощи асбестоцементных, железобетонных или чугунных фланцевых муфт. Для асбестоцементных труб марки ВТ-12 предпочтительно применение чугунных муфт. Присоединение отводов можно выполнять с помощью стандартных чугунных изделий или стальных сварных деталей.

При наличии в основаниях напорных трубопроводов связных (суглинки, глины), крупнообломочных и скальных грунтов трубы необходимо устанавливать на песчаную подушку толщиной не менее 10 см.

При несущей способности грунтов основания менее 0,1 МПа, а также при залегании в основаниях грунтов с различными модулями сжатия необходимо предусматривать на этих участках искусственные основания (железобетонные плиты, сваи и т. д.).

В зависимости от грунтовых условий, расчетных напоров и характеристик труб могут приниматься следующие типы опирания:

- на песчаную подушку – плоское или спрофилированное по форме трубы с углом охвата 75° или 90° ;
- на бетонный фундамент с углом охвата 120° .

Трубопроводы из монолитного железобетона следует проектировать засыпными. С целью снижения напряжений, вызываемых температурно-усадочными деформациями и неравномерностью осадок основания, железобетонные трубопроводы необходимо разрезать деформационными швами на секции. Рекомендуемая длина секции – 25-50 м.

Конструкция деформационного шва должна обеспечивать свободное перемещение торцов труб соседних секций без нарушения прочности и водонепроницаемости трубопроводов. Рекомендуемые конструкции деформационных швов: подвижные компенсаторы с сальниковой набивкой или с уплотнением из профилированной резины [2].

В случае малой сжимаемости основания грунтов и небольших колебаний температуры оболочки трубы допускается применение глухих желе-

зобетонных муфт. Уплотнение швов достигается инъектированием цементного раствора и применением стальных листов.

Трубы следует устанавливать на сплошной подготовке из монолитного бетона и толщиной не менее 100 мм или асфальтобетонной подготовке толщиной 50 мм.

Форма поперечного сечения напорных железобетонных трубопроводов, как правило, должна приниматься круглой. При высоте засыпки более 2 м необходимо проверять технико-экономическую целесообразность применения труб овального сечения.

Для упрощения опалубки и увеличения устойчивости трубы ее опорную часть рекомендуется расширять до 0,5-0,8 Д.

Для напорных трубопроводов следует применять бетон класса не ниже М200, по водонепроницаемости не ниже W-6. Назначение класса производят на основании расчета прочности и величины градиента напора. Сечение стенки трубы следует проверять на трещиностойкость.

Для трубопроводов круглого сечения при наличии внутренней стальной облицовки толщиной более 5 мм при подборе кольцевой арматуры следует вводить в расчет несущую способность облицовки.

При наличии агрессивной среды (воды) необходимо применять бетон на специальных цементах, устойчивых по отношению к агрессии. В тех случаях, когда применение специальных бетонов недостаточно, необходимо предусматривать гидроизоляцию.

Для повышения водонепроницаемости железобетонных трубопроводов внутренние поверхности труб необходимо торкретировать и покрывать водонепроницаемыми шпаклевками на основе эпоксидных смол или водонепроницаемыми полиэтиленовыми облицовками.

Засыпные стальные трубопроводы применяются при диаметрах труб до 1600 мм включительно. Диаметр больше 1600 мм стальные засыпные трубопроводы могут быть применены при условии высокого качества строительства, особенно при выполнении обратной засыпки и противокор-

розионных покрытий. Применение засыпных трубопроводов в тяжелых гидрогеологических условиях (сооружение траншеи в скальных или полускальных грунтах, сильная агрессивность грунтовых вод и т. д.) должно быть обосновано технико-экономическими расчетами.

Уложенные в земле стальные трубопроводы необходимо выполнять цельносварными, без компенсаторов, анкерных и промежуточных опор.

При специальном обосновании компенсаторы допускается устанавливать в местах резких изменений температурных и грунтовых условий, а также по условиям производства работ. В последнем случае после завершения строительства компенсаторы следует заваривать.

Не следует, как правило, укладывать трубопроводы вдоль косогорных участков с поперечным уклоном, тем более на оползневых участках.

Сальники для пропуска труб через стены сооружений должны обеспечивать свободу продольных и радиальных перемещений трубопровода в пределах не менее ± 4 мм.

Наземные стальные напорные трубопроводы насосных станций следует проектировать в соответствии с требованиями настоящих норм. Как правило, открытая установка стальных трубопроводов рекомендуется при диаметрах 1700 мм и более [2].

Неразрезные трубопроводы с криволинейной осью следует применять при пересечении железных дорог, оврагов и рек, шириной до 100 м, когда экономически невыгодно применение акведуков или дюкеров.

Анкерные опоры следует предусматривать в местах изменения направления оси трубопроводов, а также на прямолинейных участках, если их длина превышает 200 м. При малом угле наклона трубопровода, когда компенсатор целесообразно располагать в середине анкерного пролета, расстояния между анкерными опорами можно увеличивать до 400 м.

Расстояние между промежуточными опорами следует определять расчетом. Рекомендуется три типа промежуточных опор: седловые для трубопроводов диаметром до 1000 мм, кольцевые со скользящими опор-

ными устройствами для трубопроводов диаметром до 1500 мм и кольцевые с катковыми опорными устройствами для трубопроводов диаметром 1600 мм и более.

В конструкции промежуточных опор должно быть предусмотрено регулирование положения трубопровода регулировочными прокладками или клиновыми устройствами.

Опорные кольца промежуточных опор должны опираться в двух точках. В катковых опорах обязательны противоугонные устройства для катков и упоры против перемещения трубопровода в поперечном направлении.

Для удобства монтажных работ трубопровод следует располагать так, чтобы расстояние между низом трубы и поверхностью площадки было не менее 600 мм. Расстояние между параллельно уложенными трубопроводами рекомендуется принимать равным их диаметру, но не менее 600 мм между выступающими элементами.

На каждый участок напорного трубопровода следует устанавливать лишь один температурный компенсатор. Если напорный трубопровод возводится на слабых или просадочных грунтах, допускается установка двух компенсаторов (по обе стороны анкерной опоры) – осадочного и температурно-осадочного.

Компенсаторы необходимо принимать сальникового типа, при специальном обосновании – тарельчатые или волнистые.

Оборудование насосной станции должно обеспечивать подачу воды в соответствии с графиком водопотребления на орошение или отвод ее с осушаемой территории при соблюдении требований надежности.

Для сокращения максимальной подачи насосной станции следует рассматривать (с выполнением технико-экономических расчетов) устройство регулирующих емкостей. При специальном обосновании на насосных станциях IV класса допускается снижение нормативных коэффициентов

форсировки при расчетной обеспеченности минимальных горизонтов воды менее 95 %.

При специальном обосновании разрешается предусматривать место для установки дополнительных агрегатов или возможность замены агрегатов более мощными, если в перспективе предусмотрено увеличение орошаемых площадей или замена сельскохозяйственных культур на другие, требующие подачи большего количества воды.

Для насосных станций мощностью выше 50 тыс. кВт выбор основного оборудования следует увязывать с потребностью энергосистемы в регулировании суточного графика нагрузок и проверять целесообразность работы насосной станции в специальных энергетических режимах (потребитель-регулятор мощности или ГАЭС – гидроаккумулирующая электростанция) – при наличии таких требований со стороны электроснабжающей организации. При этом определяющим режимом во всех случаях должен быть режим гарантированной водоподачи по графику водопотребления.

Конструкции плавучих насосных станций должны предусматривать возможность ремонта агрегатов и отдельных элементов систем без нарушения нормальной эксплуатации насосной станции в целом [2].

Основные агрегаты плавучих насосных станций должны быть выбраны на основании технико-экономических расчетов с учетом графика водопотребления, очередности ввода в действие объекта, совместной работы насосов, водоводов и мелиоративной системы.

Оборудование должно отвечать следующим требованиям:

- типоразмер и количество рабочих агрегатов насосных станций следует, как правило, выбирать исходя из условия обеспечения при расчетных уровнях воды в источнике подачи, равной для оросительной сети при поверхностном поливе;

- максимальной ординате укомплектованного графика водопотребления расчетного года с учетом форсировки, для оросительной сети при дождевании;

- максимальной ординате графика полива, учитывающего количество и параметры дождевальной техники (форсировку подачи не предусматривать);

- выбранные насосы должны обеспечить устойчивую безкавитационную работу во всем расчетном диапазоне подач и напоров, определенном по графику совместной работы насосов, водоводов и регулирующих емкостей;

- максимальный КПД установки, как правило, должен устанавливаться при средневзвешенном напоре;

- на ПНС рекомендуется устанавливать однотипное оборудование. Применение разнотипного или неосвоенного (в том числе уникального) оборудования должно быть обосновано технико-экономическими расчетами, согласовано с заводами-изготовителями и увязано со сроками строительства объектов;

- при прочих равных условиях предпочтение следует отдавать наиболее простым и надежным в эксплуатации центробежным или осевым насосам горизонтального исполнения;

- основные агрегаты, как правило, должны допускать реверс, величина и продолжительность которого определяются расчетом переходных процессов. В тех случаях, когда насосные агрегаты не допускают реверс, необходимо предусматривать установку автоматически действующей запорной арматуры или специальных тормозов;

- основные насосы и электродвигатели следует устанавливать без промежуточных опор и трансмиссионных валов. При специальном обосновании допускается применение валов-вставок, длина которых должна быть согласована с заводом-поставщиком насосов.

Количество основных агрегатов следует принимать кратным количеству нитей напорных трубопроводов.

Для плавучих насосных станций, подающих воду в открытый канал, агрегаты следует принимать однотипными. Если требуется более плавное регулирование подачи, следует предусматривать установку насосных агре-

гатов, подача и количество которых определяются расчетом, или применять насосные агрегаты с плавным регулированием подачи.

На насосных станциях, оборудованных крупными центробежными насосами (подача более $2 \text{ м}^3/\text{с}$, напор более 50 м), допускается применять насосы подачи до 10 % от основного насоса для первого заполнения напорных трубопроводов и отводящих каналов. Для осевых центробежных насосов необходимо обеспечивать требуемый заводом-изготовителем насосов подпор со стороны всасывания.

Корпуса насосов должны быть защищены от передачи на них нагрузок от трубопроводов и запорной арматуры.

Применение насосов с меньшей частотой вращения и обрезанными рабочими колесами допускается в пределах, рекомендованных заводами-изготовителями. Дальнейшее снижение частоты вращения требует специального обоснования, обрезка колес более рекомендованной заводами не допускается.

Возможность пуска агрегатов с центробежными насосами при открытой задвижке на напорной линии или с осевыми насосами при повышенных напорах (зарядка сифона, перелив воды через сливной порог водовыпускного сооружения, пуск на заполненный трубопровод) необходимо проверять расчетом, учитывающим характеристику насоса и электродвигателя. При заказе насосов и электродвигателей необходимо оговаривать возможность реверса и гидравлического удара при потере привода (частота обратного вращения, его продолжительность, изменения давления при гидравлическом ударе и т. д.).

При установке на насосной станции крупных насосов (подача более $5 \text{ м}^3/\text{с}$ и мощность более 5 тыс. кВт), а также новых, ранее не выпускавшихся промышленностью, следует предусматривать, по согласованию с заводом-изготовителем, места для установки в рабочих полостях насосов, дисковых затворов и в концевых частях всасывающих труб специальных датчиков, необходимых при проведении натурных испытаний для опреде-

ления энергетических характеристик, устойчивости работы в переходных режимах и снятия гарантийных показателей насосов.

3 Техническая модернизация и автоматизация плавучих насосных станций

В настоящее время организации, эксплуатирующие ПНС и оросительные системы в целом, находятся в достаточно неблагоприятных экономических условиях. Недостаток финансирования привел к невозможности обеспечения полноценной эксплуатации ПНС, своевременной их реконструкции, замене, оснащению современными технологиями и средствами.

Экономическая политика страны на сегодняшний день не позволяет провести широкомасштабную реконструкцию и техническое переоснащение ПНС. Поэтому возникает необходимость в определении основных направлений и последовательности вложения сил и средств, которые при минимальных затратах позволили бы обеспечить сохранение имеющихся орошаемых площадей плавучими насосными станциями мелиоративного назначения.

Одним из основных таких направлений, на наш взгляд, является направление, связанное с повышением качества управления работой ПНС, повышением уровня использования на них последних научных и технических достижений, внедрением современных средств автоматического управления.

Переоборудование ПНС, не выработавших свой ресурс, современными средствами автоматики не требует огромных капиталовложений и во многих случаях может быть произведено быстро. К тому же работа по оснащению средствами автоматики может производиться параллельно с выполнением насосной станцией своих основных функций.

Решение задачи технического перевооружения старых систем автоматики на ПНС позволит улучшить условия их эксплуатации, повысит эстетический уровень и культуру эксплуатационных работ, снизит эксплуа-

тационные затраты, обеспечит экономию электроэнергии, материальных и трудовых затрат. В настоящее время наблюдается очень быстрое развитие электронной и, особенно, вычислительной техники, что в свою очередь создает прекрасные возможности для создания подобных комплексов. На сегодняшний день рынок средств автоматизации предлагает множество различных решений в разных областях хозяйствования, но современных готовых типовых решений для модернизации имеющихся ПНС практически нет.

В последнее время в системах автоматизации часто наблюдается интеграция специализированных контроллеров с персональными компьютерами (ПК). При этом ПК может быть просто операторской станцией, связанной с логическим контроллером. Для их связи необходимо использовать интеллектуальные интерфейсные платы. Такие платы выпускает, например, фирма Hilsher. Перечень фирм, выпускающих модули, совместимые с изделиями Hilsher, разнообразен: Advantech, Hirshmann, Omron, Siemens, Wago.

Полную линейку компонентов для решения задач автоматизации представляет японская компания OMRON. Фирма выпускает большое количество различных моделей реле, предназначенных для решения разнообразных задач коммутации, защиты, передачи информации и др. Большую долю в производственной программе фирмы OMRON занимает продукция, ориентированная на низший уровень иерархии автоматических систем управления. В этом секторе фирма занимает передовые позиции и предлагает самое современное оборудование, такое как промышленные панельные счетчики, таймеры, ПИД-регуляторы, механические датчики угла поворота. Для решения задач управления электроприводами фирмой выпускаются несколько моделей частотных преобразователей, позволяющих управлять практически любыми электроприводами. В отдельную группу можно выделить выпускаемые фирмой датчики, среди которых широкую известность получили фотоэлектрические датчики, индуктивные

и емкостные датчики приближения, которые выпускаются в различных конструктивных исполнениях, что дает возможность их применения в обширном спектре задач. Помимо основной продукции, фирма OMRON производит широкую гамму различного вспомогательного оборудования, такого как кнопки, промышленные выключатели, контакторы, промышленные источники питания и многое другое.

Фирма Schoff входит в промышленную группу Pentair Enclosures, являющуюся одним из крупнейших в мире производителей корпусов, шкафов и стоек для электронного оборудования, разводки кабелей и коммутации. Schoff удерживает лидирующие позиции в производстве широкого спектра металлических и пластиковых корпусов для электротехнических применений как в помещениях, так и на открытом воздухе. Ведущие специалисты Schoff являются членами всех основных комитетов по международной стандартизации в своей отрасли, что позволяет постоянно поддерживать самый современный уровень разработок и полное соответствие продукции международным стандартам.

Современные средства автоматики, применимые для решения задач автоматизации управления работой ПНС мелиоративного назначения, можно разделить на основные группы:

- элементы человеко-машинного интерфейса;
- компьютеры и контроллеры для систем управления;
- устройства ввода-вывода;
- датчики и исполнительные устройства;
- средства нормализации сигналов и гальванической развязки;
- средства передачи информации для распределенных систем управления;
- средства накопления и хранения информации;
- программное обеспечение средств автоматизации.

Элементы человеко-машинного интерфейса обеспечивают взаимодействие оператора с системой в целом и отдельными ее частями.

Контроллеры для систем управления выполняют роль интеллектуальных управляющих устройств. В соответствии с заложенной в них программой они обеспечивают выполнение алгоритма функционирования удаленных объектов управления.

Устройства ввода-вывода обеспечивают связь контроллеров с датчиками и элементами управления исполнительными механизмами удаленных объектов управления.

Датчики служат для преобразования физических величин, характеризующих технологический процесс в электрический, а исполнительные устройства обеспечивают непосредственное выполнение задач автоматизируемой системы и ее функционирование в целом.

Средства нормализации сигналов и гальванической развязки позволяют согласовать отдельные элементы системы по току, напряжению и типу сигнала, а также обеспечивают дополнительную защиту электрических цепей.

Средства передачи информации позволяют передавать и принимать информационные сигналы и сигналы управления на расстояния с необходимой степенью оперативности и надежности.

Средства накопления и хранения информации позволяют фиксировать и долго хранить всю необходимую информацию о технологическом процессе, его протекании и алгоритме функционирования.

Программное обеспечение средств автоматизации предназначено как непосредственно для обеспечения выполнения алгоритма функционирования контроллеров и диспетчерских пультов, их настройки, так и для самого процесса программирования и создания исходных программ.

При использовании типовых комплексов автоматизации управления ПНС должны учитываться следующие требования:

- аппаратно-технические средства типового комплекса должны представлять гибкую систему технических решений и вариантов, позволяющих обеспечить реализацию всех необходимых функций управления, независимо

от структуры, типа и особенностей режима работы конкретной ПНС;

- система управления должна быть распределенной, а каждый отдельный насосный агрегат должен управляться собственным интеллектуальным устройством (контроллером);

- кроме удаленного управления исполнительными механизмами включения агрегатов должно быть обеспечено также и ручное управление;

- при необходимости должна быть обеспечена возможность исключения вмешательства в процесс оперативного управления ПНС без разрешения оператора центрального пункта управления;

- для всех режимов работы должна быть обеспечена возможность технологических и аварийных блокировок действий исполнительных механизмов;

- при выборе программных и аппаратно-технических средств создания типового комплекса автоматизации должна быть обеспечена полная аппаратная и программная совместимость всех отдельных элементов системы между собой;

- должна быть обеспечена высокая ремонтпригодность всех аппаратно-технических элементов комплекса за счет использования серийно выпускаемых модулей, их взаимозаменяемости, а также путем введения функций диагностики и самодиагностики;

- должна быть обеспечена возможность быстрой замены вышедших из строя модулей аппаратуры на удаленных объектах управления средствами специально зарезервированных запчастей;

- должна быть предусмотрена возможность простого демонтажа всех аппаратно-технических средств для хранения их в зимний период в специальном складском помещении, а так же для проведения профилактических работ;

- разрабатываемый комплекс автоматизации должен обеспечивать функциональную достаточность и надежность при минимальных аппаратных и финансовых затратах;

- должна быть предусмотрена возможность модернизации и наращивания программного обеспечения и комплекса технических средств автоматизации в процессе эксплуатации ПНС.

При выборе аппаратных средств комплекса автоматизации ПНС необходимо учитывать следующие требования к условиям их эксплуатации. Технические средства, устанавливаемые в помещениях насосных станций, должны обеспечивать их эксплуатацию в следующих условиях:

- температура окружающей среды от плюс 5 до плюс 40 °С;
- относительная влажность от 5 до 95 %;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа.

Для размещения оборудования должны использоваться шкафы со степенью защиты IP 54. При необходимости для обеспечения указанного температурного диапазона эксплуатации и относительной влажности в шкафах разрешается установить вентиляторы и гидростаты.

Оборудование, устанавливаемое в диспетчерском пункте, должно соответствовать следующим условиям эксплуатации:

- температура окружающей среды от плюс 10 до плюс 40 °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- степень защиты – IP 20.

В холодное время года оборудование плавучих насосных станций должно демонтироваться и храниться в помещениях с температурой не ниже минус 10 °С.

При проектировании типовых комплексов автоматизации управления работой ПНС должны быть обеспечены следующие требования к надежности основных аппаратно-технических средств:

- среднее время наработки на отказ контроллера и модулей устройств сопряжения с объектом должно составлять не менее 50000 часов;
- среднее время наработки на отказ технических средств диспетчерского пункта, за исключением компьютера, монитора, клавиатуры и мыши, должно составлять не менее 30000 часов;

- время восстановления работоспособности отказавших модулей устройств сопряжения с объектом и контроллера, при использовании комплекта ЗИП, не должно превышать 2 часов.

Используемые средства автоматики должны обеспечивать непрерывный режим эксплуатации оросительной системы – 24 часа в сутки, ежедневно.

Автоматизированное рабочее место оператора-диспетчера в центральном пункте управления должно быть спроектировано с учетом правил эргономики.

На техническом уровне пульт диспетчера должен осуществлять получение пакетов информации о состоянии датчиков всех внутренних технических средств ПНС, а так же формирование и передачу команд управления ими при помощи средств связи, находящихся на диспетчерском пункте.

Для выполнения данных функций уровень пульта центрального диспетчерского управления должен быть реализован на базе персонального компьютера офисного исполнения.

Дополнительно, для обеспечения большей наглядности и возможности коллективного обсуждения сложившейся ситуации, на станции к персональному компьютеру должна подключаться специализированная мнемосхема, представляющая собой схему внутреннего оборудования с необходимой индикацией состояния всех управляемых средств. В качестве устройства управления индикаторами мнемосхемы предлагается использоваться локальную распределенную систему управления на базе промышленного контроллера. Управление должно осуществляться с персонального компьютера главного диспетчера.

Для обеспечения работоспособности системы при отключении электроэнергии в состав средств данного уровня должны включаться блок бесперебойного питания и блок резервного питания.

В качестве интеллектуального устройства должен быть использован

современный серийно выпускаемый промышленный контроллер.

На уровне интеллектуального устройства управления насосными агрегатами должны быть реализованы функции:

- приема команд управления и передачи пакетов информации о состоянии датчиков данного средства при помощи модулей, непосредственно подключенных к контроллеру;
- автоматического контроля и регулирования технологических параметров;
- логического управления техническим оборудованием;
- технологических и аварийных блокировок;
- обеспечения автоматических режимов работы исполнительного оборудования;
- обеспечения местного управления.

Для реализации функций пульта местного управления к контроллеру должен быть подключен специальный дополнительный модуль, имеющий функциональные кнопки местного управления и цифробуквенные индикаторы.

Контроллеры, расположенные в насосных агрегатах, должны обеспечивать:

- непрерывное измерение давления воды в них;
- расчет текущего расхода воды;
- индикацию давления и расхода воды на пульте местного управления;
- контроль положения задвижек;
- управление приводами задвижек;
- контроль отсутствия напряжения питания приводов задвижек;
- контроль состояния приводов задвижек;
- контроль состояния задвижек;
- сигнализацию аварийных режимов;
- опрос датчиков охранной сигнализации;

- сигнализацию об аварийном состоянии технических средств автоматики на пульте местного управления.

Контроллеры блоков автоматики насосных станций должны обеспечивать:

- контроль уровней воды в верхнем и нижнем бьефах насосных станций;

- индикацию значений уровней воды на пульте местного управления;

- формирование необходимых сигналов для устройств управления насосами;

- управление включением и выключением насосных станций согласно алгоритмам, оптимизирующим их работу;

- сигнализацию аварийного состояния средств контроля уровней воды на пульте местного управления;

- передачу значений уровней воды в верхнем и нижнем бьефах насосных станций и информации о состоянии технических средств автоматики на центральный диспетчерский пункт.

Для обеспечения работоспособности системы контроллеры должны быть обеспечены резервными блоками бесперебойного питания, так как в случае отключения питания на удаленных объектах должно осуществляться отслеживание уровней воды в каналах.

Уровень устройств сопряжения с исполнительным оборудованием составляют средства, обеспечивающие преобразование управляющих команд контроллера в согласованные электрические сигналы управления исполнительным оборудованием, а так же осуществляющие согласование и ввод данных с датчиков.

На уровне датчиков и исполнительного оборудования обеспечивается непосредственное управление работой насосных агрегатов, отслеживаются изменения состояния всех важных элементов системы.

Для подсчета затрат электроэнергии должны использоваться специальные счетчики потребления электроэнергии, имеющие электронный интерфейс для передачи данных.

Для обеспечения сигнализации в случае несанкционированного доступа к оборудованию должны применяться специальные датчики охранной сигнализации.

При выборе оборудования для каждого уровня необходимо соблюдать необходимые требования к эксплуатации технических средств, в соответствии с их инструкциями. Так как на сегодняшний день для решения данной задачи существует множество различных приемлемых решений, то в этом случае выбор используемых компонент может быть оставлен за разработчиком конкретного проекта.

В соответствии с перечисленными выше требованиями, в настоящее время разработаны и внедряются различные средства автоматики для насосных станций.

Станция управления (СУ) предназначена для автоматического (по уровню и по давлению, в режиме водоподъема или дренажа), дистанционного и местного управления трехфазными электродвигателями погружных насосов и защиты их от перегрузок по току, короткого замыкания, неполнофазного режима работы и сухого хода. Основные технические характеристики станции управления приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные технические характеристики станции управления

Функции и параметры станций	СУ-10 1-3 кВт (3-10 А, ~3×380 В)	СУ-40 3-13 кВт (10-40 А, ~3×380 В)	СУ-100 13-45 кВт (30-100 А, ~3×380 В)	СУ-200 1-3 кВт (90-200 А, ~3×380 В)
1	2	3	4	5
Ручное управление	+	+	+	+
Дистанционное управление	+	+	+	+
Автоматическое управление от датчиков уровня	+	+	+	+
Защита от перегрузок по току	+	+	+	+

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Защита от перекоса фаз	+	+	+	+
Защита от сухого хода	+	+	+	+
Автоматическое включение после прекращения аварийного воздействия	+	+	+	+
Контроль фазного тока	+	+	+	+
Габаритные размеры, не более, мм	300×240×180	300×240×180	505×460×250	710×680×320
Масса, не более, кг	8	8	24	55

В станции предусмотрена блокировка на время воздействия гидроудара. Время блокировки регулируется. В станции предусмотрена возможность передачи аварийного сигнала за пределы устройства. Все управляющие цепи имеют гальваническую развязку. Во всех режимах станция обеспечивает:

- отключение электродвигателя при обрыве любой из трех фаз;
- отключение электродвигателя при перегрузке по току (в одной или в трех фазах);
- отключение электродвигателя при отсутствии воды в скважине;
- световую сигнализацию перегрузки по току, неполнофазного режима работы, режима «сухого хода», пониженного напряжения и включенного состояния электродвигателя, а в автоматическом режиме – уровень воды в накопительной емкости (относительно датчиков уровней);
- восстановление режима работы после прекращения аварийного воздействия, время задержки включения регулируется;
- индикацию потребляемого тока в одной из фаз электродвигателя.

Станция предназначена для эксплуатации в закрытых помещениях без искусственно регулируемых климатических условий:

- температура окружающего воздуха от минус 40 до плюс 40 °С;
- относительная влажность воздуха до 98 % при температуре плюс 25 °С;

- высота над уровнем моря до 1000 м;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров.

Заключение

Обзор и анализ нормативно-методических документов по эксплуатации, проектированию и строительству ПНС, а также анализ их использования на орошаемых площадях в Астраханской области показал, что срок эксплуатации ПНС выработан практически полностью, и они требуют комплексной реконструкции и технического перевооружения. В случае непринятия указанных мер, под угрозой оказывается сельскохозяйственное производство, водоснабжение населенных пунктов, предотвращение опустынивания и деградации земель, оздоровление экологической обстановки области.

В данной ситуации возможно несколько сценариев развития событий. Приведем, на наш взгляд, два наиболее вероятных:

1 Необходимо провести детальное обследование, разработать технико-экономическое обоснование и провести реконструкцию плавучих станций с сохранением существующих мощностей. Данный сценарий возможен при условии, что в ближайшей перспективе объем орошаемых площадей будет восстановлен на проектном уровне, т. е. – 49,7 тыс. га.

2 Необходимо провести реконструкцию плавучих насосных станций с учетом фактических площадей орошения и обводнения, что приведет к снижению мощностей ПНС и, как следствие, приведет к удешевлению их эксплуатации. Однако при таком развитии событий возможна утрата значительного объема орошаемых площадей (около 34 тыс. га) и возможно возникновение дефицита питьевой воды в населенных пунктах.

Для принятия объективного решения по выбору сценария восстановления и реконструкции ПНС для нормальной эксплуатации необходимо провести детальное обследование их технического состояния с разработкой технико-экономического обоснования, а также внести необходимые коррективы в проектную документацию и конструкцию оросительных систем. При этом следует учитывать, что замена ПНС на стационарные нецелесообразна вследствие специфики гидрологии реки Волга (значительная амплитуда сезонных колебаний уровня воды – до 7-9 м).

Список использованной литературы

- 1 Программа замены плавучих насосных станций на мелиоративных объектах Российской Федерации. – Ростов-н/Д.: Южгипроводхоз, 1996. – 30 с.
- 2 ВСН 33-2.2.12-87. Мелиоративные системы и сооружения. Насосные станции. Нормы проектирования. – М.: Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР, 1988. – 62 с.
- 3 Мелиорация и водное хозяйство. Сооружения. Строительство: справочник / под ред. А. В. Колганова, П. А. Полад-Заде. – М.: «Ассоциация Экост», 2002. – 601 с.
- 4 Положение о проведении планово-предупредительного ремонта мелиоративных систем и водохозяйственных сооружений в РСФСР / В. Б. Вчелько [и др.]. – М., 1998. – 71 с.
- 5 Багров, М. Н. Оросительные системы и их эксплуатация: учеб. для вузов / М. Н. Багров, И. П. Кружилин. – М.: Агропромиздат, 1998. – 256 с.
- 6 Ольгаренко, В. И. Современная концепция эксплуатации оросительных систем / В. И. Ольгаренко // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – № 2. – С. 21-22.
- 7 Карелин, В. Ф. Насосные станции гидротехнических систем / В. Ф. Карелин, Р. А. Новодережкин. – М.: Энергия, 1980. – 288 с.
- 8 Проектирование насосных станций и испытание насосных установок: учеб. пособие / В. В. Рычагов [и др.]; под ред. В. Ф. Чебоевского. – М.: Колос, 1982. – 320 с.
- 9 Рычагов, В. В. Насосы и насосные станции: учебник / В. В. Рычагов, М. М. Флоринский. – М.: Колос, 1975. – 416 с.
- 10 Ржаницын, А. Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность / А. Р. Ржаницын. – М.: Стройиздат, 1978. – 239 с.
- 11 Губер, К. В. Устройство и эксплуатация передвижных насосных станций / К. В. Губер. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 64 с.

12 Рабинович, Н. И. Устройство и эксплуатация передвижных и плавучих насосных станций / Н. И. Рабинович. – М.: Наука, 1975. – 76 с.

13 Шепелев, А. Е. Требования к основным положениям нормативных документов в области эксплуатации мелиоративных насосных станций [Электронный ресурс] / А. Е. Шепелев, А. С. Штанько // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – № 1(05). – 5 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=82&id=96>.

Приложение А
(справочное)

Проектные и фактические мощности плавучих насосных станций ФГБУ «Управление «Астраханмелиоводхоз»

Таблица А.1 – Проектные и фактические мощности ПНС и орошаемые площади, находящиеся на балансе ФГБУ «Управление «Астраханмелиоводхоз»

Наименование филиала, оросительной системы	Марка насосной станции	Площадь орошения, тыс. га		Марка насоса	Количество, шт.		Технич. состояние, износ %	Мощность насосной станции, кВт		Угроза потери площадей орошения, тыс. га
		проект	факт		проект	фактически работает		проект	фактически используется	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ахтубинский филиал										
1 Буденовская ОС	СНР-3×630	1,3	0,8	Д4000-95	3	2	81	1890	1260	0,5
2 Сыринская ОС	СНР-4×630	2,1	0,8	Д4000-95	4	1	100	2520	630	1,3
	СНР-2×630			Д4000-95	2	1	100	1260	630	
3 Владимировская ОС	СНР-3×630	5,4	1,6	Д6300-27	3	1	100	1890	630	3,8
	СНР-3×630			Д6300-27	3	1	99	1890	630	
4 Бугровская ОС	СНР-6×1000	2,6	0,3	Д6300-80	6	1	97	6000	1000	2,3
Енотаевская филиал										
1 Никольская РОС	СНР-6×1000	5,9	1,1	Д6300-80	6	1	87	6000	1000	4,8
2 Пришибинская ОС	СНР-6×630	1	0	Д6300-27	6	0	36	3780	0	1,0
3 Ивановская ОС	СНР-6×630	0,6	0	Д6300-27	6	0	10	3780	0	0,6
Харабалинский филиал										
1 ХВТ-1	СНР-3×250	2,4	0,6	Д6300-27	3	2	100	750	1500	1,8
	СНР-3×250			Д6300-27	3		100	750		
	СНР-3×250			Д6300-27	3		100	750		

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2 ХВТ-2	СНР-3×250	3,3	1,8	Д6300-27	3	1	100	750	250	1,5
	СНР-3×315			Д3200×33	3	1	100	975	315	
3 Присельская 1	СНР-3×315	0,7	0,3	Д3200×33	3	2	100	975	630	0,4
4 Присельская 2	СНР-3×250	0,6	0,3	Д6300-27	3	2	100	750	500	0,3
5 Гремучая	СНР-3×250	0,5	0,3	Д6300-27	3	2	100	750	500	0,2
Черноярский филиал										
1 КАРОС	СНР-6×1250	8,7	3,7	Д12500-24	6	2	100	7500	2500	5
	СНР-6×1250			Д12500-24	6		100			
2 Ушаковская РОС	СНР-6×1250	10	3,1	Д12500-24	6	2	100	7500	2500	6,9
	СНР-6×1250			Д12500-24	6		100			
3 Ступинская ОС	СНР-4×400	1,7	0,3	Д3200-75	4	1	46	1600	400	1,4
4 Верхняя Терраса	СНР-3×250	1,7	0,5	Д6300-27	3	1	100	750	250	1,2
5 Красный Яр	СНР-3×315	0,8	0,2	Д3200-33	3	1	100	945	315	0,6

Приложение Б (справочное)

Результаты обследований работы плавучих насосных станций

ФГБНУ «РосНИИПМ» проведены обследования пяти ПНС в Астраханской области, находящихся на балансе ФГБУ «Управление «Астрахан-мелиоводхоз», обслуживаемые филиалами: КАРОС (СНР-6×1250 – 2 станции); Ушаковская РОС (СНР-6×1250 – 2 станции); Ступинская ОС (СНР-4×4100); Верхняя терраса (СНР-3×250).

Так как эксплуатационная ситуация на перечисленных станциях в целом одинакова, в качестве примера в данном приложении приведены иллюстрации по обследованию ПНС СНР-6×1250 (рисунки Б.1-Б.8), эксплуатирующихся филиалом КАРОС. Схема участка обслуживаемой станцией площади показана на рисунке Б.9. ПНС является головной насосной станцией и обеспечивает поддержание необходимого уровня в Черноярском водохранилище, из которого оросительная вода забирается для подачи на орошаемые участки стационарными насосными станциями.



Рисунок Б.1 – Общий вид ПНС (СНР-6×1250 – 2 станции)



Рисунок Б.2 – Общий вид ПНС (СНР-6×1250 – 1-я станция рабочая)



Рисунок Б.3 – Общий вид ПНС (СНР-6×1250 – 2-я станция)



Рисунок Б.4 – Узел сопряжения подвижной и неподвижной частей трубопроводов напорной сети ПНС



Рисунок Б.5 – Общий вид трубопроводов напорной сети ПНС



Рисунок Б.6 – Размещение основного и вспомогательного оборудования ПНС



Рисунок Б.7 – Работающие насосные агрегаты ПНС (2 шт.)



Рисунок Б.8 – Общий вид подъемно-транспортного оборудования ПНС

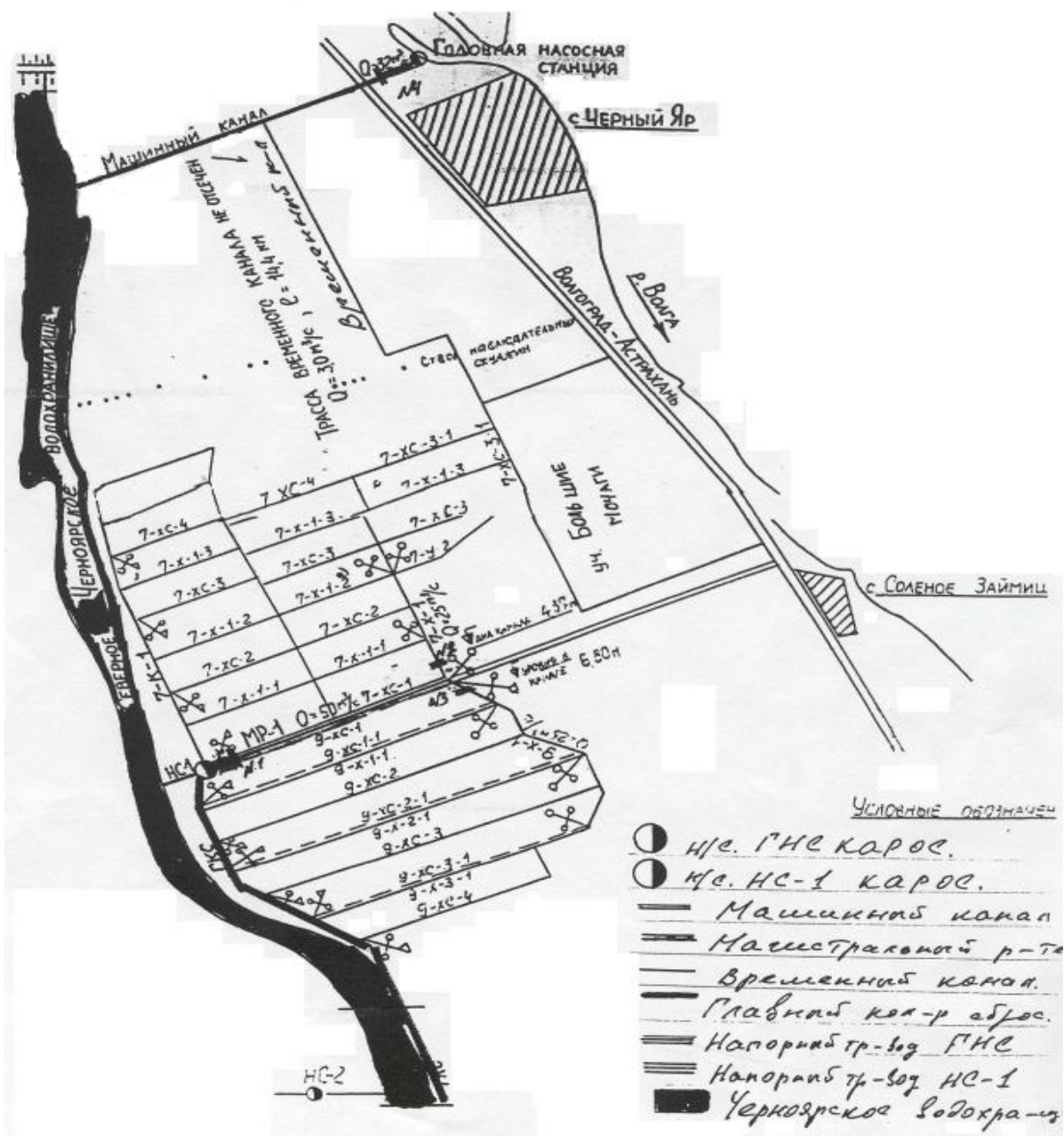


Рисунок Б.9 – План-схема участка КАРОС

В процессе обследований выявлено, что техническое состояние износа ПНС составляет 100 %, в связи с чем расходуются значительные средства на текущий и капитальный ремонты, станции работают не на полную мощность (вместо шести насосных агрегатов работают один-два в течение поливного сезона).