

Лекция 8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

8.1. Общие сведения о насосных станциях и приемка их в эксплуатацию

Насосные станции устраивают для орошения и осушения земель, водоснабжения, для канализационных предприятий. Их классифицируют по следующим показателям:

- 1) по назначению – осушительные, оросительные, для водоснабжения, канализационные и др.;
- 2) по виду водоисточника – речные, водохранилищные, с забором из подземных водоисточников;
- 3) по расположению оборудования относительно поверхности земли – наземные (стационарные, плавучие, передвижные), полузаглубленные, заглубленные;
- 4) по характеру управления – с ручным управлением, автоматические, автоматические дистанционные;
- 5) по режиму работы – сезонные и с круглогодичной работой.

Оборудование насосных станций подразделяется на основное и вспомогательное. Основное включает насосы, двигатели к насосам, аванкамеру, всасывающий и напорный трубопроводы с необходимой аппаратурой. Вспомогательное оборудование обеспечивает нормальную эксплуатацию основного оборудования и сооружений насосной станции (вакуум-насосные установки, подъемные механизмы, системы автоматизации, вентиляции, отопления и т.д.).

Вакуум-насосные системы предназначены для заполнения всасывающего трубопровода и основного насоса водой за 3...5 минут (не более 10...15 мин). При эксплуатации вакуум-систем необходимо следить за состоянием приборов автоматики, чистотой воды, чистотой и проходимостью трубопроводов системы. Запуск основных насосных агрегатов с помощью вакуум-систем осуществляют последовательно при помощи переключающей арматуры.

Система технического водоснабжения обеспечивает подачу воды на охлаждение, на смазку подшипников и подпятников с водяной смазкой, к вакуум-насосам. Эта система включается перед пуском насосных агрегатов. Вода должна быть технически чистой, иметь температуру не выше $+25^{\circ}\text{C}$ и не ниже $+1^{\circ}\text{C}$. При эксплуатации системы технического водоснабжения систематически проверяют исправность устройств автоматики, отключающих насосные агрегаты при прекращении подачи воды на смазку и охлаждение узлов насосных агрегатов и других элементов.

Вентиляционные и отопительные устройства насосных станций создают нормальные условия для работы обслуживающего персонала и эффективной работы оборудования. Зимой температура в производственных помещениях не должна опускаться ниже $+5^{\circ}\text{C}$, а там где работают люди – ниже $+16^{\circ}\text{C}$. Оптимальная влажность воздуха для сохранности электромашин и электрооборудования должна быть в пределах 40...60%. Производственные помещения обогреваются теплом, выделяемым электродвигателями при работе, а в период ремонта – электронагревательными приборами. Включение и выключение вентиляции и отопления происходит автоматически в зависимости от температуры воздуха в помещениях.

Подъемно-транспортное оборудование предназначено для транспортировки и монтажа насосов, двигателей, подъема затворов, решеток и т.п. При его эксплуатации следят за тем, чтобы были надежно закреплены неподвижные оси барабанов, катков, блоков; проверяют целостность канатов; регулярно смазывают трущиеся части; предохраняют металлоконструкции от коррозии. Перегрузка подъемно-транспортного оборудования не допускается.

Контрольно-измерительными приборами (КИП) осуществляют контроль подачи и давления, развиваемых насосом, протока воды в системе технического водоснабжения, температуры подшипников и т.п. Эксплуатацию КИП ведут в соответствии с заводскими инструкциями. Осмотры приборов и проверку правильности их работы проводят ежедневно. Ремонт выполняют в специализированных мастерских, а их проверку – на госпредприятиях комитета стандартов. Не менее одного раза в месяц подтягивают крепления приборов, проверяют подвижность стрелок постукиванием по стеклу мягким предметом.

Насосные станции должны обеспечивать надежную и бесперебойную подачу воды потребителям. Насосные агрегаты рассчитывают на подачу заданного расхода при нормальном режиме эксплуатации и при возможных аварийных режимах. К качеству строительно-монтажных работ следует предъявлять высокие требования.

Насосное оборудование и вспомогательные системы после монтажа и ремонта должны быть испытаны и приняты в эксплуатацию по приемосдаточным актам, к которым прилагается вся техническая документация. При отклонениях от проекта необходимо приложить документы о согласовании отклонений с проектной организацией или заводом-изготовителем.

В предпусковой период проводят опробование и испытания оборудования, в процессе которых проверяют качество монтажа, выявляют и устраняют неисправности в работе. При подготовке к опробованию и испытаниям проверяют горизонтальность (вертикальность) оси насоса и соосность с электродвигателем, соединение полумуфт передаточного механизма, сальнико-

вые уплотнения на валу насоса, состояние подшипников и систему их смазки, соответствие допусков и зазоров нормативным значениям. Убедившись в правильном и качественном монтаже, приступают к испытаниям насосных агрегатов в работе. При пуске особое внимание обращают на вибрацию агрегатов и температуру подшипников. Вибрацию определяют с помощью индикаторов или вибрографов. Значения допустимой вибрации электродвигателей у стенки корпуса и у подшипников в зависимости от частоты вращения составляют 0,12...0,06 мм при частоте 400...3000 об/мин.

Температура подшипников не должна превышать 80° С. При водяной смазке и охлаждении подшипников температура выходящей воды не должна превышать температуру входящей более чем на 5° С.

При пуске и опробовании насосного агрегата необходимо соблюдать последовательность технологических операций. Так при пуске горизонтального центробежного насоса с положительной высотой всасывания сначала закрывают задвижку на напорном трубопроводе. Затем заливают воду в вакуум-систему и включают вакуум-насос. После заполнения всасывающей линии и полости насоса водой отключают вакуум-систему, перекрывают краны вакуумметра и манометра и включают на 2...3 секунды приводной электродвигатель. При нормальной работе агрегата (отсутствуют посторонние шумы и недопустимые вибрации) проводят вторичный пуск насосного агрегата. Через 1,5...2 мин после пуска открывают задвижку на напорном трубопроводе. Проверяют работу сальниковых уплотнений. При нормальных условиях сальник пропускает воду отдельными каплями или тонкой струей.

При вводе в эксплуатацию крупных насосных агрегатов пробный пуск и обкаточные испытания не разделяют. Испытания под рабочей нагрузкой проводят в течение 8...15 ч, а крупных насосных агрегатов – 72 ч непрерывной работы.

При пуске и испытании погружного насоса придерживаются такой последовательности:

- погружные насосы включают в работу через время, предусмотренное инструкцией, после погружения агрегата в воду;
- пуск насоса проводят при закрытой задвижке на напорном трубопроводе;
- при нормальной работе электронасоса постепенно открывают напорную задвижку и доводят расход воды до рабочего значения, но не превышающего дебит скважины;
- при наличии в воде примесей расход воды уменьшают, прикрывая напорную задвижку;
- во время работы насоса измеряют динамический уровень воды в скважине и при необходимости заглубляют его под уровень. При появлении по-

стороннего шума, вибрации, резкого повышения силы тока агрегат немедленно останавливают.

Погружные насосы обычно не нуждаются в постоянном надзоре и при надлежащем уходе могут работать автоматически.

При приемке насосных станций и насосных агрегатов в эксплуатацию проводят контрольный пуск насосов в присутствии приемочной комиссии. Члены комиссии тщательно осматривают основное и вспомогательное оборудование станции, проверяют его действие и соответствие проектной документации; проводят контрольные испытания оборудования, снимая показания контрольно-измерительных приборов, фиксирующих подачу, напор, потребляемую мощность, частоту вращения и сравнивают их с паспортными данными заводов-изготовителей и проектными материалами. Если рабочие параметры насосных агрегатов соответствуют паспортным данным, вибрационные и температурные режимы узлов агрегатов находятся в нормальных пределах, то комиссия составляет акт о приемке насосной станции в постоянную эксплуатацию.

Для удобства работы эксплуатационного персонала на станции должны быть вывешены правила эксплуатации каждого агрегата в отдельности, эксплуатации подъемно-транспортных механизмов, измерительных приборов и правила по технике безопасности.

Насосные агрегаты необходимо пронумеровать. Рабочие характеристики насосов в процессе эксплуатации нужно проверять 1...2 раза в год путем испытания насосов в производственных условиях.

Для обеспечения правильной эксплуатации на каждой насосной станции должна быть в наличии следующая техническая документация:

- генеральный план площадки насосной станции с нанесением всех сооружений подземного хозяйства;
- исполнительные чертежи зданий, размещения оборудования и трубопроводов внутри зданий;
- паспорта насосного, электротехнического и вспомогательного оборудования;
- чертежи каждого насоса и его электродвигателя и номенклатура запасных частей;
- заводские характеристики насосов, электродвигателей и акты их испытания;
- техническая инструкция, которая включает:
 - правила эксплуатации оборудования при нормальной ее работе и в условиях ЧС;
 - технологическую схему станции, технические описания и инструкции по эксплуатации отдельных агрегатов, механизмов и устройств;

схему электроснабжения насосной станции;
основные положения проведения текущего и капитального ремонтов оборудования;

правила эксплуатации контрольно-измерительных приборов, подъемно-транспортного оборудования, а также санитарно-технических устройств;

– должностные инструкции для всего обслуживающего и руководящего персонала станции;

– инструкции по технике безопасности и охране труда;

– акт отвода участка под строительство насосной станции;

– полный комплект инструкций заводов-изготовителей на эксплуатируемое оборудование, агрегаты, механизмы и контрольно-измерительную аппаратуру;

– журнал контроля и учета работы оборудования;

– журнал учета забираемой из источника воды (для насосной станции 1-го подъема).

8.2. Техническое обслуживание насосных станций

Эксплуатация насосных станций осуществляется сменными машинистами и электриками под руководством начальника станции и диспетчерской службы (при наличии). Численность персонала устанавливается штатным расписанием в зависимости от производительности и степени автоматизации.

Служба эксплуатации насосной станции должна обеспечивать надежную и безаварийную подачу воды в соответствии с плановым графиком водопотребления, эффективную работу насосной станции, безопасную работу обслуживающего персонала. Плановая система технической эксплуатации (ПСТЭ) предусматривает наблюдение и уход за оборудованием и сооружениями, своевременное выполнение ремонтов, соблюдение правил технической эксплуатации, изучение работы сооружений и оборудования, проведение необходимых испытаний и исследований, своевременное выявление поломок, аварий, анализ их причин, учет работы насосной станции, соблюдение техники безопасности и противопожарных мероприятий.

Для совершенствования эксплуатации и повышения ее эффективности ежегодно составляют план организационно-технических мероприятий. Этими мероприятиями предусматривают улучшение или внедрение механизации и автоматизации производственных процессов, улучшение средств водоизмерения, уменьшение потерь воды, снижение затрат энергии, модернизация оборудования и т.д.

Руководство внедрением и осуществлением ПСТЭ входит в обязанности начальника станции. Начальник насосной станции обязан:

– обеспечивать бесперебойную и с наилучшими технико-экономическими показателями работу вверенных ему объектов в соответствии с графиком водоподачи;

– составлять график работы агрегатов станции для обеспечения плановой водоподачи;

– участвовать в планировании текущего и капитального ремонтов насосной станции, контролировать своевременность и качество ремонтных работ, содействовать внедрению новой техники и технологий;

– организовывать техническую учебу рабочего персонала станции для повышения квалификации, совершенствования знаний техники безопасности, обучения смежным профессиям;

– устанавливать перечень технической и эксплуатационной документации и контролировать ее наличие.

Состав и объем обязательной эксплуатационной документации регламентируется специальной инструкцией. В эксплуатационную документацию входят: оперативный журнал насосной станции; журнал распоряжений и телефонограмм; журнал учета дефектов, аварий и брака в работе; суточная ведомость дежурного персонала насосной станции; журнал заявок на ремонт и остановку оборудования; журнал работы релейной защиты и автоматики; должностные инструкции оперативного персонала.

Перечень технической и эксплуатационной документации может изменяться в зависимости от типа и мощности насосной станции и местных условий эксплуатации. Основные электротехнические и технологические схемы вывешиваются в помещении насосной станции, где размещено приведенное в схемах оборудование.

В инструкциях по эксплуатации насосных агрегатов должна быть отражена последовательность операций пуска и остановки насосных агрегатов, способы регулирования их рабочих параметров, допустимые температуры подшипников и других узлов агрегатов, диапазон измерения уровня и давления масла в маслосистемах, перечень неисправностей и способ их устранения.

В инструкциях по обслуживанию оборудования указывают порядок обслуживания при эксплуатации его в нормальных условиях и при аварийном режиме; порядок выполнения ремонтных работ; требования по технике безопасности.

Знание и выполнение правил техники безопасности и противопожарных мероприятий при эксплуатации оборудования и сооружений насосных станций обеспечивают безопасность работы персонала и безаварийность работы станции. В соответствии с правилами техники безопасности к эксплуатации

насосных станций допускаются работники, имеющие соответствующую квалификацию, подтвержденную документом.

Эксплуатационный персонал насосных станций обязан:

- поддерживать заданный режим работы насосных агрегатов;
- контролировать состояние и рабочие параметры основных насосных агрегатов, запорно-регулирующей арматуры, электрооборудования, контрольно-измерительных приборов, средств автоматики и диспетчерского управления, а также конструкции зданий;
- вести систематический учет работы агрегатов насосной станции;
- принимать меры к устранению аварийных ситуаций. Замеченные дежурным персоналом неисправности аварийного характера ликвидируются немедленно;
- соблюдать правила техники безопасности и охраны труда;
- поддерживать надлежащее санитарное и противопожарное состояние в помещениях насосной станции;
- своевременно проводить плановые ревизии, текущие и капитальные ремонты оборудования в соответствии с Положением о проведении планово-предупредительного ремонта на предприятиях ВКХ.

Во время дежурства оперативный персонал должен периодически совершать обход насосной станции и производить осмотр оборудования, обращая внимание на показания контрольно-измерительных приборов, шум насосов и другого оборудования, нагрев корпусов подшипников, насосов, электродвигателей, состояние заземления электрооборудования.

Эксплуатационный персонал должен знать специфические правила при выполнении специализированных работ и приемы тушения пожаров, возникающих при загорании дизельного топлива, масел, тушения пламени, возникшего у электрических машин и аппаратов. Система пожаротушения всегда должна быть готова к действию. В ней предусматривают не менее двух насосов, один из них резервный. Пожарные насосы включают для опробования ежедневно на 5...10 мин. Все оборудование системы пожаротушения – насосы, трубопроводы, запорную арматуру, гидранты – окрашивают в красный цвет. Подачу воды на пожаротушение принимают: для наружного пожаротушения – две струи расходом по 5 л/с, для внутреннего – две струи расходом по 2,5 л/с для основного здания и одна струя с тем же расходом для подсобных помещений. Пожарные насосы должны обеспечить свободный напор под коньком крыши не менее 12 м. В зданиях, не имеющих противопожарных систем, устанавливают пенные огнетушители из расчета два огнетушителя на электродвигатель мощностью до 100 кВт и три огнетушителя на элек-

тродвигатель при большей мощности и на один двигатель внутреннего сгорания мощностью до 200 кВт.

Работники насосной станции должны быть обучены приемам первой медицинской помощи пострадавшим от электрического тока, при травмах и ожогах. Все колодцы, котлованы, траншеи перекрывают надежными щитами (крышками) или ограждают перилами. Осмотр и ремонт оборудования допускается при остановленных насосах и полном закрытии напорной задвижки. На рабочих местах обслуживаемых агрегатов вывешивают рабочие схемы и инструкции по эксплуатации с указанием безопасных методов и приемов работы.

Все работники, обслуживающие насосную станцию, относятся к дежурному персоналу и работают по специальному графику. Принимая смену от предыдущего, дежурный обязан ознакомиться с состоянием и режимом работы всего оборудования; проверить наличие инструмента, журналов; ознакомиться с записями и распоряжениями за время предыдущего дежурства; оформить прием и сдачу смены записью в журнале. В процессе дежурства машинист насосной установки поддерживает эксплуатационный режим, осуществляет систематический осмотр и уход за работающим оборудованием. Он также ведет запись в журнале показаний приборов, обнаруженных неполадок, распоряжений вышестоящего руководства.

Износ оборудования контролируется при выполнении ежегодных планов профилактических осмотров и ремонта оборудования, а также при сравнении фактических рабочих характеристик насосов с паспортными. Для снятия фактических характеристик должна быть обеспечена возможность постоянного или периодического поагрегатного измерения расходов перекачиваемой воды и мощности насосных агрегатов.

На каждый агрегат необходимо завести технический паспорт, который должен содержать сведения о технических параметрах агрегата, ремонтах и результатах эксплуатационных испытаний, изменениях, внесенных в его конструктивные параметры (обточка диаметра колеса, размер зазоров и пр.).

Техническая эксплуатация насосов и другого оборудования складывается из осмотров и планово-профилактических работ. Такие работы включают техническое обслуживание №1 (раз в месяц) и №2 (раз в шесть месяцев). При проведении обслуживания №1 проверяют центровку вала насоса с валом двигателя; промывают подшипники насоса и заменяют смазку; проверяют состояние подшипников электродвигателя и при необходимости смазывают их; устраняют неисправности в электрооборудовании.

Во время техобслуживания №2 проверяют подачу насосной установки и определяют потери электроэнергии. Подачу определяют расходомером или заполнением емкости и подача должна быть не менее 70% от паспортной.

Расход электроэнергии проверяют по счетчику. Если подача насоса меньше допустимой, проверяют состояние рабочих колес и подшипников. При необходимости заменяют новыми.

Согласно правилам эксплуатация насосных агрегатов запрещается при появлении в агрегате ясной слышимости стука; возникновении искрения или свечения в зазоре между статором и ротором электродвигателя; возникновении повышенной вибрации вала; повышении температуры подшипников, обмоток электродвигателя; подплавлении подшипников скольжения или выходе из строя подшипников качения.

Агрегат немедленно отключается при:

- несчастном случае (или угрозе его) с человеком, что требует немедленной остановки электродвигателя;
- появлении явного и неустранимого стука или шума в агрегате;
- появлении дыма или огня из двигателя агрегата или его пускорегулирующей аппаратуры;
- вибрации сверх допустимых норм, угрожающей целостности агрегата;
- поломке агрегата;
- нагреве подшипника сверх допустимой температуры;
- падении давления в маслосистеме.

Агрегаты, находящиеся в резерве должны быть постоянно готовы к немедленному пуску, периодически осматриваться и опробоваться по утвержденному графику. При повышении показаний амперметра на погружных насосах, что может быть следствием выноса с водой песка, следует несколько уменьшить подачу насоса, прикрыв задвижку на напорной линии. По мере уменьшения выноса песка задвижку следует постепенно открывать до прежнего положения.

Режим работы насосной станции первого подъема системы водоснабжения, подающей воду из источника на очистные сооружения, связан с режимом работы этих сооружений. С целью стабилизации процесса очистки воды режим работы станции назначается равномерным в течение суток. При использовании подземных источников водоснабжения работа насосных станций первого подъема в большинстве случаев назначается равномерной. Режим работы станции второго подъема зависит от графика водопотребления.

При водоснабжении малых населенных пунктов в сеть водопотребителям включают водонапорную башню. В этом случае режим подачи воды потребителю может быть как равномерным, так и ступенчатым. Если емкость башни обеспечивает водой потребителей принимают равномерный режим работы станции, а если не обеспечивает – устанавливают ступенчатый режим.

Пуск насоса в процессе эксплуатации станции может осуществляться на открытую и закрытую задвижку на напорном трубопроводе. Запуск на закрытую задвижку возможен в любом случае. Запуск на открытую задвижку допускается при наличии в сети противодавления.

Перед пуском насосного агрегата в работу должны быть проверены:

- состояние напорных и всасывающих задвижек;
- заполнение корпуса насоса водой;
- состояние сальников, муфтовых соединений, защитных ограждений;
- состояние контрольно-измерительных приборов и средств управления пусковых устройств;
- наличие масла в подшипниках и подпятниках;
- давление в системе технического водоснабжения;
- наличие напряжения на щитах электроснабжения.

Пуск насосного агрегата должен вестись в такой последовательности: закрывают задвижку на напорном трубопроводе, отключают манометр, открывают вентили, подающие воду к сальникам, и вентиль на воздухоотводе, включают вакуум-насос. После заполнения всасывающей линии и корпуса насоса водой закрывают вентиль воздухоотвода, открывают кран у манометра и включают двигатель. Когда насос наберет рабочие обороты и манометр покажет давление, соответствующее его характеристике, открывают кран вакуумметра. Затем открывают напорную задвижку и регулируют подачу воды, добиваясь заданного значения напора.

Насосные агрегаты должны работать в экономичном режиме, который обеспечивается:

- работой насосов в зоне оптимальных значений КПД, т.е. в допустимом рабочем диапазоне изменений расхода и давления;
- контролем износа оборудования и устранения обнаруженного износа;
- поддержанием соответствия режима работы насосных станций режиму работы водопроводных сетей.

При остановке насоса надо закрыть напорную задвижку, кран вакуума и выключить двигатель, прекратить подачу воды к сальникам. После остановки агрегата убедиться в отсутствии обратного вращения колеса насоса (что свидетельствует о неплотности обратного клапана).

При работе насосной станции организуют учет работы ее основного механического и энергетического оборудования. Учет работы проводят по следующим показателям: подача воды; расход электроэнергии, топлива; расход воды на собственные нужды; число часов работы и простоя машин и оборудования, их КПД.

Техническое обслуживание погружных электронасосов предусматривает внешний осмотр оборудования; проверку станции управления; проверку технического состояния контрольно-измерительных приборов и погружного электродвигателя; работы по подъему насосного агрегата из скважины; внешний осмотр, частичную разборку и регулировку осевого зазора вала насоса; замену изношенных деталей новыми; сборку насоса и опускание его в скважину; пробный пуск.

Осмотр станции управления проводят не реже одного раза в месяц. При этом устраняют выявленные неисправности и проверяют состояние контактов пускателя и реле, затяжку крепежных деталей. Обгоревшие контакты протирают чистой ветошью, смоченной в спирте, до появления металлического блеска.

Один раз в полгода особо тщательно проверяют станцию управления, датчики уровня воды и «сухого хода» и при необходимости заменяют отдельные элементы автоматики.

Необходимость текущего ремонта погружных электродвигателей определяют по сопротивлению изоляции электродвигателя и токопроводящих проводов. На необходимость ремонта насоса указывают снижение его подачи более чем на 35%, повышенная вибрация, металлический звук при работе.

Перед подъемом насосного агрегата из скважины отключают электропитание, отсоединяют токоподводящий кабель от станции управления и опорное колено от магистрального трубопровода. Затем поднимают агрегат с колонной водоподъемных труб. Если невозможно извлечь колонну вместе с агрегатом за один прием, используют двойной перехват, устанавливая попеременно монтажные хомуты в двух местах. Кабель при подъеме наматывают на барабан. Насосный агрегат отсоединяют от трубы, сливают воду из электродвигателя, проводят частичную разборку, заменяют детали с повышенным износом и собирают агрегат. При сборке осевой свободный ход ротора насоса устанавливают с помощью регулировочных шайб.

Техническое обслуживание погружных капсульных насосов предусматривает полную ревизию и профилактические осмотры. При этом разборку и сборку осуществляют в последовательности, указанной в заводской инструкции. После сборки проводят испытание на герметичность капсулы. Полную ревизию следует проводить не реже одного раза в год. В процессе ревизии заменяют смазку в подшипниках и манжетном уплотнении. При необходимости манжеты заменяют новыми.

8.3. Эксплуатация мелиоративных насосных станций

Насосные станции на осушительных, осушительно-увлажнительных и оросительных системах предназначены для откачки воды при осушении почв с механическим водоподъемом или для подачи ее на увлажнение. Они могут быть передвижными, стационарными и плавучими. Плавучие применяют при большом изменении уровней воды в источнике, а передвижные – при кратковременном их использовании, когда строительство стационарной станции экономически невыгодно. Плавучие насосные станции имеют постоянную высоту всасывания, легко запускаются в работу, забирают воду из верхних осветленных и более теплых слоев водоисточника. Эксплуатация их заключается в поддержании в исправности насосных агрегатов, электрических двигателей или двигателей внутреннего сгорания, трубопроводов, катера (понтон), в котором смонтировано все оборудование. Необходимо периодически осматривать станцию, устранять появившиеся неисправности, проводить покраску для предохранения металла от коррозии. В зимний и весенний периоды нужно принимать меры по предохранению катера от повреждений льдом – скалывать лед зимой, устраивать защитные сооружения.

Передвижные насосные станции смонтированы на специальной тележке с собственным двигателем. В качестве двигателя для насоса используют электромотор, двигатель внутреннего сгорания или привод для отбора мощности от трактора. Станция в комплекте с трактором может быть в прицепном или навесном варианте. С помощью передвижных насосных станций обслуживают несколько (2 ... 3) осушаемых или орошаемых участков. Монтажно-демонтажные работы при этом занимают мало времени. Передвижные насосные станции имеют производительность от 18 до 360 л/с с напором от 5 до 110 м. В зависимости от конструкции и способа передвижения различают следующие виды насосных станций.

СНП – станция насосная передвижная, прицепная. Оснащена двигателем внутреннего сгорания, соединенным непосредственно или через редуктор с насосом. Все оборудование смонтировано на раме-салазках или тележке с пневматическими шинами, что позволяет перемещать станцию при помощи трактора. На большие расстояния станцию с салазками рекомендуется перемещать на автомобиле с погрузкой на него краном соответствующей грузоподъемности.

СНПЭ – станция насосная передвижная, прицепная с электродвигателем. Применяют при наличии электропитания.

ПНС-Т – передвижная насосная станция с отбором мощности от трактора. У этой станции на раме-салазках монтируют насос и редуктор (без двигателя). Насос приводится в движение непосредственно от карданного вала (при

совпадении частоты вращения вала трактора и насоса) и через редуктор (при разной частоте вращения). Передвижение станции на другое место работы выполняют трактором.

СНН – станция насосная навесная. У этой станции насос монтируют на специальной раме, которую закрепляют на шасси трактора.

От устройства станции зависит состав эксплуатационных работ. Наиболее распространена передвижная станция СНП-50/80. К работе на этой передвижной насосной станции допускают лишь специально подготовленный персонал. Всасывающий трубопровод и насос заполняют водой при помощи газоструйного вакуум-аппарата. Автоматическая защита позволяет вести эксплуатацию насосной станции без постоянного наблюдения обслуживающим персоналом. Она обеспечивает остановку двигателя при отклонении рабочих параметров от нормы.

Пуск станции осуществляют в такой последовательности:

1. Отключить автоматическую защиту, выключить муфту сцепления.
2. Запустить и прогреть двигатель в соответствии с инструкцией по эксплуатации.
3. Включить газоструйный вакуум-аппарат, открыть кран по линии заливки насоса. Постепенно повысить число оборотов вала двигателя.
4. После заполнения всасывающего трубопровода и насоса водой снизить до минимума число оборотов вала двигателя, включить муфту сцепления.
5. Повысить частоту работы двигателя до номинальной и открыть задвижку на напорной линии.
6. Проверить показания контрольно-измерительных приборов, включить автоматическую защиту.

Остановку работы СНП-50/80 выполняют в таком порядке:

1. Отключить блок автоматической защиты.
2. Закрыть задвижку на напорном трубопроводе.
3. Снизить частоту вращения вала двигателя.
4. Выключить муфту сцепления.
5. Остановить работу двигателя.
6. Включить муфту сцепления.
7. Отключить аккумуляторную батарею.

При эксплуатации насосной станции необходимо строго соблюдать технику безопасности. Перед началом работы следует убедиться в исправности станции и приборов. Запуск в работу можно начинать только после установки ее на трех опорах. Во время работы запрещается проводить ремонт, смазку, заправку топливом, регулировать затяжку сальников. Нельзя транспортировать насосную станцию с присоединенным всасывающим трубопроводом.

Стационарные насосные станции проектируют для обслуживания больших мелиорируемых территорий. Они выполняют различные функции: осушение, орошение, перераспределение стока между бассейнами рек, закачку воды в водохранилища и др. В стационарную станцию входят здание, основное и вспомогательное оборудование. Основная задача эксплуатации – поддержание в исправном состоянии здания станции и всего оборудования. Для этого необходимо периодически осматривать конструктивные элементы здания, заделывать цементным раствором трещины и места осыпавшейся штукатурки, делать побелку и покраску конструкций. Что касается содержания оборудования, то нужно своевременно проводить ежесменное обслуживание, техническое обслуживание, техническое обслуживание при хранении и текущий ремонт.

Ежесменное обслуживание предусматривает очистку оборудования от загрязнения, проверку наличия смазки, ликвидацию течи в сальниках, проверку надежности креплений, контроль измерительных приборов. Это обслуживание проводят дежурные машинисты при сдаче-приеме смены.

При техническом обслуживании выполняют операции по ежесменному и дополнительно осуществляют регулировку некоторых узлов оборудования, устраняют возникшие неисправности, проверяют соответствие паспортным данным параметров напора, расхода, частоты вращения вала двигателя и насоса, мощности, КПД, $\cos \varphi$ и т. д.

Техническое обслуживание при хранении предусматривает очистку оборудования от загрязнения и коррозии; просушивание и покрытие лакокрасочными материалами деталей электродвигателей; покрытие оборудования и приборов антикоррозионными красками и смазками; доливку или замену масел в узлах смазки; осмотр и покрытие антикоррозионным материалом внутренних полостей корпусов насосов; очистку и смазку рабочих поверхностей контактов и электромагнитов; замену изношенных деталей. При подготовке станции к работе после длительного хранения все оборудование и приборы расконсервируют – очищают от предохранительной смазки, устанавливают снятые для хранения детали и узлы, проводят детальный осмотр и контрольный пуск станции.

Планирование работ по техническому обслуживанию насосной станции осуществляют на основании нормативов, актов осмотра и консервации. Выполнение технического обслуживания и объемы работ отражают в годовых планах-графиках работы станции. На стационарных насосных станциях также необходимо строго выполнять требования техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной безопасности.

Осушительные насосные станции польдерных систем устраивают для своевременной откачки воды с обвалованной территории и поддержания тре-

буемых уровней воды в водотоках и каналах, соответствующих оптимальным уровням грунтовых вод для различных фаз вегетации сельскохозяйственных культур.

Режим работы такой насосной станции характеризуется необходимостью сброса больших расходов и объемов воды при малой высоте подъема (1,5...5 м); большой динамичностью высоты подъема как во время одного цикла работы (до 1...2 м), так и в течение всего года (до 1...5 м); сравнительно небольшой продолжительностью и большой неравномерностью в течение года. Указанным условиям работы наиболее удовлетворяют низконапорные вертикальные пропеллерные насосы.

Осушительные станции, как правило, работают в автоматическом режиме: насосные агрегаты включаются по сигналам датчиков уровня воды в аванкамере. Особое внимание при этом уделяют датчикам-сигнализаторам уровня (электродным, поплавковым и др.), по команде которых включаются и выключаются насосные агрегаты. Эти датчики устанавливают в аванкамере насосной станции. Эксплуатацию их осуществляют в соответствии с заводскими инструкциями.

График работы осушительной насосной станции составляют в соответствии с прогнозами и данными о стоке и корректируют в зависимости от количества осадков. При этом учитывают имеющиеся регулирующие емкости магистрального канала, регулирующего бассейна и др. Для нормальной работы осушительной станции необходима периодическая тщательная очистка от мусора и растительности всех каналов и регулирующих емкостей. При работе на польдерах необходимо вести наблюдение за равномерностью осушения всей территории, для чего периодически проводят планировочные работы (поддержание всех отметок на проектном уровне).

Польдерную насосную станцию и магистральный канал можно рассматривать как единое целое: их совместная работа обеспечивает поддержание на осушаемой территории необходимого водного режима.

Характер работы насосной станции в режиме осушения циклический, за откачкой следует перерыв в работе для последующего наполнения проводящей сети и аванкамеры, поэтому для регулирования водного режима на польдере назначают две рабочие отметки – верхнюю и нижнюю. Верхний уровень воды, при котором должна включаться станция, является рабочим или максимальным эксплуатационным уровнем, а тот, при котором станция должна выключаться, – нижним пределом откачки.

Максимальным эксплуатационным уровнем считается тот, при котором обеспечивается требуемая норма осушения в характерных участках польдера. Отметку этого уровня находят по формуле

$$H_B = H_x - h_m - \sum_1^n i L - 0,1,$$

где H_B – отметка верхнего уровня в аванкамере, м;

H_x – отметка поверхности характерного участка польдера, м;

h_m – норма осушения на характерном участке, м;

i – уклон водной поверхности в канале;

L – расстояние от насосной станции до характерного участка, м.

Уклон водной поверхности принимают равным уклону дна канала на рассматриваемом участке. При редких пусках насосной станции уклон будет равен нулю. Расчетную отметку поверхности характерного участка определяют по его средней отметке.

Минимальный эксплуатационный уровень (амплитуда очистки) определяется эксплуатационными требованиями к насосам. Амплитуду откачки обычно принимают 0,3...0,5 м, но не менее 0,2 м. Насосное оборудование устанавливают с расчетом возможности работы при нижнем пределе откачки, при этом нижняя кромка всасывающей трубы должна быть заглублена под нижний уровень воды на 0,6...0,7 диаметра трубы, но не более чем на 40 см.

Указанные уровни (главным образом максимальный эксплуатационный) назначают в зависимости от использования территории и периода года. Обычно выделяют следующие периоды: весеннего половодья, послепагодковый и вегетационный.

Расчетный расход, который необходимо перекачать насосной станцией, для всех типов польдеров определяют по формуле

$$Q_{nc} = \frac{1}{n} Q_{пр} \cdot K,$$

где Q_{nc} – расчетный расход, м³/с;

n – коэффициент использования суточного времени (0,8...0,96);

$Q_{пр}$ – расчетный приток воды к насосной станции, м³/с;

K – коэффициент, учитывающий влияние регулирующего бассейна. Его определяют по зависимости

$$K = 1 - \sqrt{\frac{W}{W_{ст}}},$$

где W – объем стока, вмещающийся в регулирующем бассейне, м^3 ;

$W_{\text{ст}}$ – общий объем стока расчетного периода, $\text{м}^3/\text{с}$;

Для незатопляемых (зимних) польдеров расчетный приток воды $Q_{\text{пр}}$ ($\text{м}^3/\text{с}$) определяют по формуле

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{пт}} + Q_{\text{ф}} + Q_{\text{гн}},$$

где $Q_{\text{пт}}$ – расчетный приток воды к насосной станции за счет поверхностных вод и снижения уровня грунтовых вод, $\text{м}^3/\text{с}$;

$Q_{\text{ф}}$ – фильтрационный приток воды через дамбы и их основание, $\text{м}^3/\text{с}$;

$Q_{\text{гн}}$ – приток воды от грунтово-напорного питания, $\text{м}^3/\text{с}$.

Для летних польдеров расчетный приток воды $Q_{\text{пр}}$ ($\text{м}^3/\text{с}$) к насосной станции определяют по формуле

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{г}} + Q_{\text{к}} + Q_{\text{ф}} + Q_{\text{гн}},$$

где $Q_{\text{г}}$ – приток воды за счет выпавших осадков и водоотдачи грунта при понижении уровня грунтовых вод до нормы осушения, $\text{м}^3/\text{с}$;

$Q_{\text{к}}$ – приток воды, оставшейся к началу откачки в каналах, водоемах, на поверхности осушаемой территории, $\text{м}^3/\text{с}$.

Механическое оборудование сооружений обеспечивает заданный режим работы насосной станции. К такому оборудованию относятся сороудерживающие решетки, затворы, щиты, сороочистные машины и др. Периодичность осмотра и обслуживания механического оборудования назначают в зависимости от условий работы и загрузки. Для обеспечения безаварийной работы оборудования проверяют надежность всех болтовых, заклепочных и сварных соединений.

Сороудерживающие решетки устанавливают у отверстий всасывающих труб насосов и водоприемных камер. Решетки могут быть наклонными ($70...80^\circ$) и вертикальными. Наклонные более удобны при ручной очистке. Расстояние между стержнями решеток принимают $0,03...0,05$ диаметра рабочего колеса, но не менее 30 мм и не более 100...150 мм. Сороудерживающие решетки очищают вручную, если частота очистки не более трех раз в сутки. Расстояние между стержнями при ручной очистке рекомендуют принимать не более 60 мм. При необходимости многократной очистки решеток на протяжении суток следует применять специальные решеткоочистительные машины.

При эксплуатации сороудерживающих решеток устанавливают предельно допустимые перепады уровней. При достижении максимального перепада

уровней до и после решетки необходимо проводить ее очистку. Для бесперебойной и эффективной работы щитов и затворов нужно тщательно следить за состоянием опорно-ходовых частей подъемных механизмов и тормозящих устройств, уплотнений по контуру затвора (щита). При вибрации щитов и затворов, находящихся под напором, выявляют и устраняют причины вибрации.

Металлоконструкции не реже одного раза в год покрывают водостойкими красками и лаками. Маневрировать затворами, щитами, решетками, а также обслуживать их во время работы насосов не разрешается. Подъем щитов и затворов, установленных перед всасывающими трубами насосов, осуществляют после заполнения водой всасывающих труб. Перед началом маневрирования щитами и затворами необходимо убедиться в том, что на пути движения воды нет людей и посторонних предметов, в сети питания электродвигателей нормальное напряжение, имеется автоблокировка ручного и электрического приводов, блокирующие устройства в крайних положениях щитов и затворов (конечные выключатели) исправны.

При заборе воды из водоемов рыбохозяйственного назначения на водозаборных сооружениях применяют рыбозащитные устройства, которые могут быть механическими, гидравлическими и физиологическими. К механическим относятся сетчатые полотна и барабаны, плетневые заграждения, каменные наброски, растительные фильтры и касеты с искусственными и естественными материалами. Сетки очищают от мусора при помощи перемещающейся трубчатой перфорированной рамы, из которой вытекают под давлением струи воды. Плетни, каменная наброска и растительные фильтры применяют на малых водозаборах. Кассеты представляют собой проволочный каркас с искусственным или естественным наполнителем. Их вставляют в специальные пазы водозаборных отверстий. Для очистки кассеты извлекают и промывают водой под напором, а на их место устанавливают запасные.

Гидравлические рыбозащитные устройства выполняют в виде струенаправляющих щитов, которые создают гидравлический режим водотока с критической скоростью, которая ориентировочно (м/с) принимается равной десятикратной длине тела рыбы (м).

Физиологические рыбозащитные устройства представляют собой различного рода поля – электрические, звуковые, световые, которые работают на принципе физиологического воздействия на организм рыбы.

Профилактический осмотр и ремонт рыбозащитных устройств проводят не реже одного раза в месяц в первый год эксплуатации и одного раза в два месяца в последующие годы. В практике гидротехнического строительства

наибольшее распространение получили механические рыбозащитные устройства.

На насосных станциях с сезонным режимом работы перед зимним периодом опорожняют все трубопроводы; завершают наружные ремонтные работы по сооружениям; демонтируют установленные вне помещения контрольно-измерительные приборы, требующие хранения при положительных температурах; проводят осмотр оборудования и механизмов и устраняют обнаруженные дефекты. На насосных станциях с круглогодичной работой перед зимним периодом выявляют места заторов и принимают меры к их устранению; устанавливают устройства для околки льда на сооружениях (подмости, люльки); проверяют исправность систем отопления и электрообогрева; решетки очищают и покрывают битумом или винипластом для предотвращения их обмерзания; утепляют клапаны срыва вакуума, противоударную арматуру, контрольно-измерительные приборы наружной установки.

До наступления ледохода проводят защитные мероприятия у речных водозаборных сооружений – разрезку или взрыв льда, подогрев воды вблизи водоприемных отверстий.

Чтобы не допустить шугу к месту водозабора насосной станции, образующуюся в результате переохлаждения воды, в водопроводящем тракте устраивают разного рода преграды – шугонаправляющие запаны, шугозадерживающие сооружения в реке выше створа водозабора, бассейны для сбора поступающей шуги и др. В некоторых случаях применяют механические способы удаления шуги с использованием экскаваторов, транспортеров. Создание устойчивого ледяного покрова с помощью запаней, устанавливаемых поперек русла, – эффективная мера борьбы с шугообразованием.

Для предохранения сооружений от силового воздействия ледяного покрова следует устраивать незамерзающие проруби (майны).

Для нормальной эксплуатации насосные станции оборудуются следующими системами и устройствами:

- речным водомерным постом для измерения положения уровня воды в аванкамере;
- речными или свайными водомерными постами для измерения уровня воды магистральном канале (1-2 штуки);
- системами сигнализации функционирования гидроагрегатов и энергоснабжения;
- устройствами автоматики и связи.

Пользователи мелиоративных систем и организации по эксплуатации мелиоративных систем при эксплуатации (обслуживании) насосных станций обеспечивают:

- организацию опорожнения на зимний период неработающих напорных, всасывающих и самотечных трубопроводов;
- защиту от коррозии наружных поверхностей стальных трубопроводов специальными покрытиями;
- защиту открытых поверхностей наземных железобетонных трубопроводов лакокрасочными покрытиями.

Пользователи мелиоративных систем и организации по эксплуатации мелиоративных систем периодически ведут наблюдения за следующими показателями функционирования элементов насосных станций:

- расходом воды, напором и коэффициентом полезного действия насосных агрегатов;
- потребляемым количеством электроэнергии на 1000 куб. метров поданной воды;
- протечкой воды через сальники насосов, трещины и гидроизоляцию подземной части здания;
- герметичностью фланцев трубопроводов и смонтированных на них измерительных приборов;
- функционированием клапанов срыва вакуума и обратных клапанов на напорных трубопроводах;
- заилением наносами аванкамеры;
- герметичностью перекрытия отверстий в гидротехнических сооружениях (в камере переключения, водовыпуске) затворами;
- надежностью электроснабжения насосных станций;
- достоверностью показаний приборов контроля качества и количества потребляемой электроэнергии.

Пользователи мелиоративных систем и организации по эксплуатации мелиоративных систем при эксплуатации насосных станций осуществляют:

- на неавтоматизированных насосных станциях ежедневное дежурство, при необходимости круглосуточное дежурство машинистов в соответствии с инструкцией, утвержденной руководителем организации по строительству и эксплуатации мелиоративных систем;
- на автоматизированных насосных станциях периодическое наблюдение и обследование мобильной бригадой по графику, утвержденному руководителем эксплуатирующей организации, или по сигналу, поступающему на пункт автоматического контроля функционирования насосной станции;
- соблюдение назначенного режима откачек воды (подачи) насосными агрегатами;
- своевременную откачку избыточной воды, поступающей в аванкамеру;
- технический уход за основными и вспомогательными агрегатами, приборами контроля, устройствами и оборудованием;

- ремонт всех систем, элементов и сооружений узла насосной станции;
- очистку аванкамеры, подводящих и отводящих каналов от наносов, со- роудерживающих решеток от плавающей растительности, мусора.

Режим работы для каждой насосной станции устанавливается пользователями мелиоративных систем и организациями по строительству и эксплуатации мелиоративных систем.

8.4. Ремонт насосных станций

В процессе эксплуатации основное и вспомогательное оборудование насосной станции, а также сооружения подвергаются физическому и моральному износу. При физическом износе снижаются эксплуатационные качества оборудования, ухудшается его работоспособность и сокращается долговечность. Моральный износ – уменьшение ценности оборудования в результате технического прогресса и появления более совершенной техники. Износ элементов насосных агрегатов, появляющийся вследствие работы сил трения, температурных воздействий и других факторов при нормальных условиях эксплуатации, называется естественным и является неизбежным. Аварийные повреждения возникают, как правило, вследствие нарушения правил технической эксплуатации.

Естественный износ подразделяется на механический, молекулярно-механический и коррозионно-механический. Механический характеризуется истиранием, смятием, хрупким разрушением. Молекулярно-механический износ связан с разрушением окисных и газовых пленок в местах контакта подвижных соединений при таком сближении рабочих поверхностей, когда вступают в действие силы молекулярного сцепления. Коррозионно-механический износ вызывается совместным действием гидродинамических, химических и электрохимических факторов (например, кавитационная эрозия рабочих колес и корпуса насосов, при которых механическое разрушение от гидродинамических факторов сопровождается и усугубляется окислительными процессами). При эксплуатации лопастных насосов чаще всего проявляются абразивный и кавитационный износы.

Абразивный вызывается твердыми частицами, содержащимися в открытых водотоках. Характерная особенность такого износа – появление рисок на рабочих поверхностях насоса, совпадающих с направлением движения воды.

Кавитационный износ проявляется возникновением пористости, раковин и сквозных отверстий на рабочем колесе, полости корпуса.

Детали насосов могут разрушаться при усталости металла, когда под воздействием внутренних напряжений образуются микроскопические трещины,

приводящие в конечном итоге к разрушению детали. В результате появления и накопления износов деталей основного и вспомогательного оборудования, появления деформаций сооружений и здания насосной станции возникает необходимость проведения ремонта.

Необходимость ремонта погружного насоса и электродвигателя возникает при снижении его производительности более чем на 35%, появлении металлического звука, повышенной вибрации, снижении сопротивления изоляции электродвигателя и токопроводящих проводов. Для ремонта электронасосный агрегат извлекают из скважины, делают разборку, регулировку и замену деталей, сборку насоса, опускание в скважину и пробный пуск.

Ремонт сооружений и оборудования насосных станций направлен на поддержание и восстановление их первоначальных эксплуатационных качеств. Ремонтные работы (кроме аварийных) должны планироваться и носить плано-предупредительный характер, исключая возникновение технических аварий. Ремонты бывают текущие и капитальные. При текущем устраняют неисправности, обнаруженные при обслуживании и осмотрах оборудования и сооружений. При этом агрегаты или конструкции частично разбирают и ремонтируют наиболее сработанные или деформированные элементы заменяют. При капитальном ремонте проводят полное восстановление первоначальной работоспособности сооружений и оборудования. Ремонт может быть комплексным, охватывающим весь объект, и выборочным по ремонту отдельных крупных сборочных единиц или конструкций. В капитальный ремонт включают работы по реконструкции и улучшению сооружений и оборудования насосной станции.

Выполненные работы по текущему и капитальному ремонтам принимает технический персонал насосной станции в составе приемочной комиссии. Комиссия оформляет акт приемки, к которому прилагают акты на скрытые работы, документы об испытаниях, исполнительные чертежи и схемы. При обнаружении дефектов окончательную приемку проводят после их устранения и повторной проверки агрегатов под нагрузкой. Приемка объектов с недоделками не допускается.