ГРААЛЬ
НАУЧНО ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ

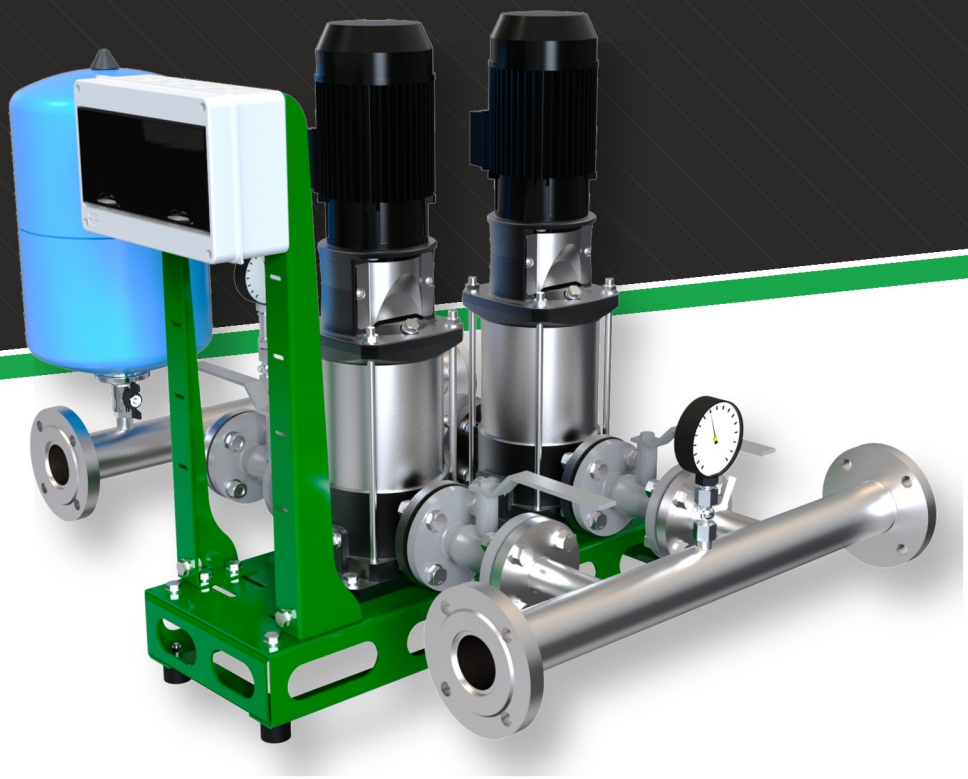
ООО «НПК Грааль»
г. Иваново

НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

автоматическая установка повышения давления
с частотным регулированием (2…4 насоса)

ПАСПОРТ

**Руководство по монтажу
и эксплуатации**



НПК Грааль

Автоматизированные насосные станции повышения давления

г. Иваново · 2026

www.npkgraal.com · +7 (4932) 20-00-38

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....4
Принятые сокращения.....4
Условные обозначения.....5
Указания мер безопасности.....6
Требования к персоналу.....6
Основные меры безопасности.....6
Ответственность.....7
1 Общие сведения об изделии.....8
1.1 Назначение.....8
1.2 Область применения и условия эксплуатации.....8
1.3 Условное обозначение.....9
2 Основные технические данные.....10
2.1 Общие характеристики линейки.....10
2.2 Технические данные изделия (заполняется изготовителем).....10
3 Устройство и принцип работы.....11
3.1 Состав станции.....11
3.2 Гидравлическая схема.....12
3.3 Принцип работы.....12
3.4 Описание основных узлов.....13
4 Маркировка.....13
5 Комплектность.....14
6 Транспортирование и хранение.....14
6.1 Транспортирование.....14
6.2 Приёмка и распаковка.....15
6.3 Хранение.....15
7 Монтаж.....16
7.1 Требования к помещению.....16
7.2 Установка.....16
7.3 Подключение трубопроводов.....16
7.4 Электромонтаж.....17
8 Ввод в эксплуатацию и настройка.....18
8.1 Подготовка к работе.....18
8.2 Промывка и гидравлические испытания.....18
8.3 Заполнение и удаление воздуха.....18
8.4 Настройка мембранного бака.....19
8.5 Первое включение.....19
8.6 Настройка системы.....19
8.7 Проверка защит и резервирования.....23
8.8 Комплексное опробование.....23
9 Использование по назначению.....23
9.1 Режимы работы.....23
9.2 Контроль при эксплуатации.....24
9.3 Ограничения при эксплуатации.....24
10 Техническое обслуживание.....25
10.1 Общие указания.....25
10.2 Периодичность и содержание работ.....25
10.3 Обслуживание мембранного бака.....25
10.4 Шкаф управления и ПЧ.....25
11 Возможные неисправности и методы их устранения.....26
12 Критические отказы, предельные состояния и ошибочные действия персонала.....26
12.1 Критические отказы.....26
12.2 Предельные состояния.....26
12.3 Возможные ошибочные действия персонала.....27
13 Вывод из эксплуатации, консервация и утилизация.....27

13.1 Вывод из эксплуатации для ТО и ремонта....27
13.2 Консервация....27
13.3 Утилизация....27
14 Ресурсы, сроки службы и хранения, гарантии изготовителя....27
14.1 Ресурсы и сроки....27
14.2 Гарантии изготовителя....28
15 Сведения о рекламациях....29
16 Свидетельство об упаковывании....30
17 Свидетельство о приёмке....30
18 Сведения о вводе в эксплуатацию....31
19 Учёт технического обслуживания....32
20 Учёт неисправностей и ремонтов....33
21 Движение изделия при эксплуатации. Особые отметки....33
Приложение А (справочное). Нормативные ссылки....34
Приложение Б (справочное). Схема внешних подключений....35
Приложение В (обязательное). Протокол пусконаладки и настройки....36

Если содержание не отображается, нажмите в Word правой кнопкой по полю содержания → «Обновить поле».

Введение

Настоящий документ является паспортом, совмещённым с руководством по монтажу и эксплуатации (далее – паспорт), и распространяется на автоматизированные насосные станции повышения давления производства ООО «НПК Грааль» (далее – станция) с частотным регулированием производительности: каждый насос станции питается от собственного преобразователя частоты (ПЧ), управление выполняет шкаф управления насосами ШУН-ПЧ.

Паспорт содержит сведения о назначении, устройстве и технических характеристиках станции, требования к транспортированию, хранению, монтажу, вводу в эксплуатацию, **настройке системы и первому пуску**, эксплуатации и техническому обслуживанию, гарантийные обязательства изготовителя, а также формы свидетельств и учёта, заполняемые изготовителем и эксплуатирующей организацией.

Паспорт является универсальным для всей линейки станций (2–4 насоса). Конкретные характеристики изготовленной станции (количество и марка насосов, подача, напор, мощность, диаметры коллекторов, состав оборудования) заносятся изготовителем в раздел 2.2 «Технические данные изделия» и в раздел «Комплектность», а также приводятся на фирменной табличке станции.

Шкаф управления имеет собственное руководство по эксплуатации (РЭ ШУН-ПЧ) и схему электрическую принципиальную (Э3), которые поставляются вместе со станцией и являются неотъемлемой частью эксплуатационной документации. Документация на насосы, преобразователи частоты, мембранный бак, датчики и арматуру изготовителей этих изделий также прикладывается к паспорту.

Перед началом монтажа необходимо внимательно ознакомиться с настоящим паспортом и документацией на комплектующие. Монтаж и эксплуатация станции должны выполняться в соответствии с нормами безопасности, действующими в Российской Федерации, квалифицированным персоналом. Несоблюдение требований паспорта, помимо риска для персонала и повреждения оборудования, ведёт к прекращению гарантийных обязательств изготовителя.

Изготовитель оставляет за собой право вносить в конструкцию станции изменения, не ухудшающие её основных характеристик, без отражения в паспорте. Паспорт хранится у эксплуатирующей организации в течение всего срока службы станции и передаётся вместе со станцией при смене владельца.

Принятые сокращения

Сокращение	Расшифровка
ПЧ	преобразователь частоты
ПЛК	программируемый логический контроллер (программируемое реле ОВЕН ПР100)
ПИД	пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор давления
ШУН-ПЧ	шкаф управления насосами с преобразователями частоты
P зад	заданное (поддерживаемое) давление в напорном коллекторе
ΔP пуска	снижение давления относительно P зад, при котором насос выходит из режима «сон»
F	частота вращения (выходная частота ПЧ), Гц
BP1, BP2	датчики давления 4–20 мА; SP1 – ЭКМ / реле давления сухого хода
DN / PN	номинальный диаметр / номинальное давление
NPSH	допускаемый кавитационный запас насоса

Сокращение	Расшифровка
ПНР / ТО	пусконаладочные работы / техническое обслуживание
Q, H	подача (расход), м³/ч; напор, м

Условные обозначения

ВНИМАНИЕ!
Указание, несоблюдение которого может привести к травме персонала, отказу системы водоснабжения или повреждению оборудования.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ!
Действие, выполнение которого недопустимо.

ПРИМЕЧАНИЕ
Дополнительные сведения, облегчающие работу со станцией.

Указания мер безопасности

Требования к персоналу

– Монтаж, ПНР, ТО и ремонт станции выполняются специализированными организациями персоналом, прошедшим обучение, инструктаж и проверку знаний, с группой по электробезопасности не ниже III для работ в электроустановках до 1000 В.
– Станция не предназначена для использования лицами (включая детей) с ограниченными физическими, сенсорными или умственными возможностями, а также лицами, не имеющими опыта и знаний обращения с ней, если это не происходит под контролем ответственного лица или после соответствующего обучения.
– Персонал должен знать требования настоящего паспорта, РЭ шкафа управления, документации на насосы и ПЧ, Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок и Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей.

Основные меры безопасности

– **Электрическая опасность.** Все работы на станции выполняются при отключённом вводном автомате шкафа, с принятием мер против случайного включения и вывешиванием плакатов «Не включать! Работают люди». Станция и шкаф управления должны быть надёжно заземлены.
– **Остаточное напряжение ПЧ.** Конденсаторы звена постоянного тока ПЧ сохраняют опасное напряжение после отключения питания. До начала работ с ПЧ, клеммами двигателей и кабелями выждите не менее 5–10 минут (время – по РЭ ПЧ) и убедитесь в отсутствии напряжения прибором.
– **Автоматический пуск.** Станция в режиме «Автомат» может запуститься в любой момент без предупреждения (по снижению давления или после восстановления питания). Перед работами на насосах переведите станцию в режим «Останов» на панели оператора и отключите автомат ПЧ соответствующего насоса.
– **Давление.** Не разбирайте узлы, находящиеся под давлением. Перед работами закройте запорную арматуру и сбросьте давление. Мембранный бак находится под давлением газа даже при отсутствии воды.
– **Вращающиеся части и горячие поверхности.** Не эксплуатируйте насосы со снятыми кожухами вентиляторов двигателей; корпуса двигателей и ПЧ при длительной работе могут нагреваться до температуры, опасной для прикосновения.
– **Подъём и перемещение.** Строповку выполняйте только за раму (основание) или предусмотренные рым-болты; не стропите за трубопроводы, коллекторы, насосы и шкаф управления.
– После окончания работ немедленно установите на место все снятые защитные устройства и закройте дверь шкафа.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ!

эксплуатировать станцию с превышением максимального рабочего давления, указанного на табличке;

включать насосы без воды (работа «всухую») и против закрытой напорной арматуры более времени, допустимого документацией на насос;

устанавливать контакторы, рубильники и иные коммутационные аппараты между ПЧ и двигателем;

вносить изменения в конструкцию, гидравлическую схему и программу шкафа без согласования с изготовителем;

использовать станцию для перекачивания жидкостей, отличных от указанных в разделе 1.2.

Ответственность

Изготовитель не несёт ответственности за работу станции и за ущерб, вызванный её эксплуатацией, если станция подвергалась неуполномоченному вмешательству, изменениям, эксплуатировалась с превышением допустимых параметров или с нарушением требований паспорта, либо управлялась шкафом управления стороннего производителя.

1 Общие сведения об изделии

1.1 Назначение

Станция предназначена для повышения и автоматического поддержания постоянного давления в системах хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения зданий и сооружений при недостаточном давлении в наружной сети или при подаче воды из резервуара.

Станция обеспечивает (в соответствии с п. 13.21 СП 30.13330.2020):

- автоматический пуск и отключение насосов в зависимости от требуемого давления в системе;
- плавное регулирование производительности изменением частоты вращения каждого насоса (ПЧ) по сигналу датчика давления – давление на выходе не зависит от расхода и давления на входе;
- каскадное подключение и отключение насосов, выравнивание наработки (чередование), автоматическое включение резервного насоса при отказе рабочего;
- защиту насосов от работы без воды («сухого хода»), от перегрузки, обрыва фаз и короткого замыкания (функции ПЧ);
- режим «сон» при отсутствии водоразбора (компенсация утечек мембранным баком) – экономия электроэнергии;
- отображение параметров, журнал событий и графики на сенсорной панели 7", выдачу сигналов «Норма / Авария», «Работа», «Сухой ход» и передачу данных по RS-485 (Modbus RTU) или Ethernet (Modbus TCP) в систему диспетчеризации.

ПРИМЕЧАНИЕ
Логика работы, экраны панели оператора и параметры настройки шкафа подробно описаны в РЭ ШУН-ПЧ. В настоящем паспорте приведён порядок настройки станции в целом (раздел 8).

1.2 Область применения и условия эксплуатации

- Перекачиваемая среда: холодная питьевая или техническая вода без абразивных и длинноволокнистых включений, не агрессивная к материалам проточной части; допустимое содержание механических примесей, pH и температура – по документации на насос; температура воды от +1 до +50 °C (если иное не указано в разделе 2.2).
- Станция устанавливается в отапливаемом помещении с естественной или принудительной вентиляцией: температура воздуха от +5 до +35 °C, относительная влажность не более 80 % при +25 °C без конденсации, высота над уровнем моря – до 1000 м (климатическое исполнение УХЛ, категория размещения 4 по ГОСТ 15150).
- Воздух в помещении не должен содержать токопроводящей пыли, агрессивных паров и газов; станция защищается от прямого попадания воды.
- Электропитание: трёхфазная сеть ~380 В ±10 %, 50 Гц, система заземления TN-S (TN-C-S); один ввод. Категория надёжности электроснабжения – по проекту (п. 13.20 СП 30.13330.2020); при необходимости резервирования питания АВР выполняется в ВРУ здания.
- Давление на входе станции: не менее требуемого по NPSH насосов с запасом 0,5 м и не более допустимого из условия «давление на входе + напор насоса ≤ PN станции». При давлении в наружной сети менее 0,05 МПа перед станцией предусматривается приёмный резервуар (п. 13.14 СП 30.13330.2020).

1.3 Условное обозначение

Структура обозначения станции (пример с фирменной таблички):

УНА «ГРААЛЬ» 3 СМ 4-5 ШУН-ПЧ-1,1 кВт-2В

Элемент	Значение
УНА «ГРААЛЬ»	установка насосная автоматическая (станция повышения давления) производства ООО «НПК Грааль»
3	количество насосов в станции (2, 3 или 4), включая резервный
СМ 4-5	типоразмер (марка) насоса по каталогу изготовителя насосов
ШУН-ПЧ	шкаф управления насосами с ПЧ на каждый насос
1,1 кВт	номинальная мощность электродвигателя одного насоса
2В	число вводов питания шкафа: 1В – один ввод, 2В – два ввода

Обозначение шкафа управления – по РЭ ШУН-ПЧ, например ШУН-3ПЧ3-1R1-0 (3 ПЧ, 3 насоса, 1,1 кВт, без диспетчеризации).

2 Основные технические данные

2.1 Общие характеристики линейки

Параметр	Значение
Количество насосов	2, 3 или 4 (рабочие + резервный)
Тип насосов	вертикальные многоступенчатые (типа CM, CDM и аналогов) или консольные – по исполнению
Регулирование	каскадно-частотное, ПЧ на каждый насос, ПИД по давлению
Номинальное давление (PN) коллекторов и арматуры	10 или 16 бар – по исполнению (табличка)
Подача, напор, мощность	по исполнению (раздел 2.2, табличка)
Напряжение питания	3~380 В ±10 %, 50 Гц
Степень защиты шкафа управления / двигателей	IP54 / по документации на насос (не ниже IP54)
Датчик давления на выходе	4–20 мА, диапазон 0–10 (16) бар
Защита от сухого хода	ЭКМ или реле давления на входном коллекторе (дискретный сигнал)
Мембранный бак	на напорном коллекторе, объём – по исполнению
Диспетчеризация	сухие контакты; RS-485 Modbus RTU или Ethernet Modbus TCP (опция)
Назначенный срок службы	10 лет (п. 14.1)

2.2 Технические данные изделия (заполняется изготовителем)

Параметр	Значение
Обозначение станции	
Заводской номер (S/N)	
Дата изготовления	
Марка насосов, количество (рабочих / резервных)	
Номинальная подача станции Q ном, м³/ч	
Номинальный напор станции H ном, м	
Мощность двигателя насоса, кВт / ток, А	
Суммарная потребляемая мощность, кВт	
Тип ПЧ, мощность	
Максимальное рабочее давление (PN), бар	
Диаметры входного / напорного коллекторов, DN	
Мембранный бак: объём, л / PN, бар	
Датчик давления BP1: диапазон, бар	
Датчик сухого хода: тип	
Шкаф управления (обозначение)	
Масса станции, кг	
Габаритные размеры (Д × Ш × В), мм	

3 Устройство и принцип работы

3.1 Состав станции

Станция поставляется в виде единого блока полной заводской готовности, смонтированного на общем основании (раме). Типовой состав:

Узел	Назначение и описание
Насосы H1…HN	подача воды в сеть; каждый насос – от своего ПЧ, один из насосов – резервный (при каскаде может работать как рабочий)
Шкаф управления ШУН-ПЧ	ПЧ насосов, ПЛК ОВЕН ПР100, сенсорная панель 7" на двери, защита и контроль сети, вентиляция; крепится на стойках основания
Входной (всасывающий) коллектор	распределение воды от ввода к насосам; манометр, датчик сухого хода SP1 (ЭКМ или реле давления, дискретный сигнал)
Напорный коллектор	сбор воды от насосов и подача в сеть; датчик давления BP1 (BP2 – опция), манометр, мембранный бак
Запорная арматура	шаровые краны / дисковые затворы на входе и выходе каждого насоса – отключение насоса для ТО
Обратные клапаны	на напорной линии каждого насоса – исключают обратный поток через остановленный насос
Мембранный бак	компенсация утечек и малого водоразбора в режиме «сон», сглаживание пусков
Основание (рама), стойки шкафа	стальная сварная рама с порошковым покрытием; виброопоры
Заглушки	на неиспользуемых выходах коллекторов

3.2 Гидравлическая схема

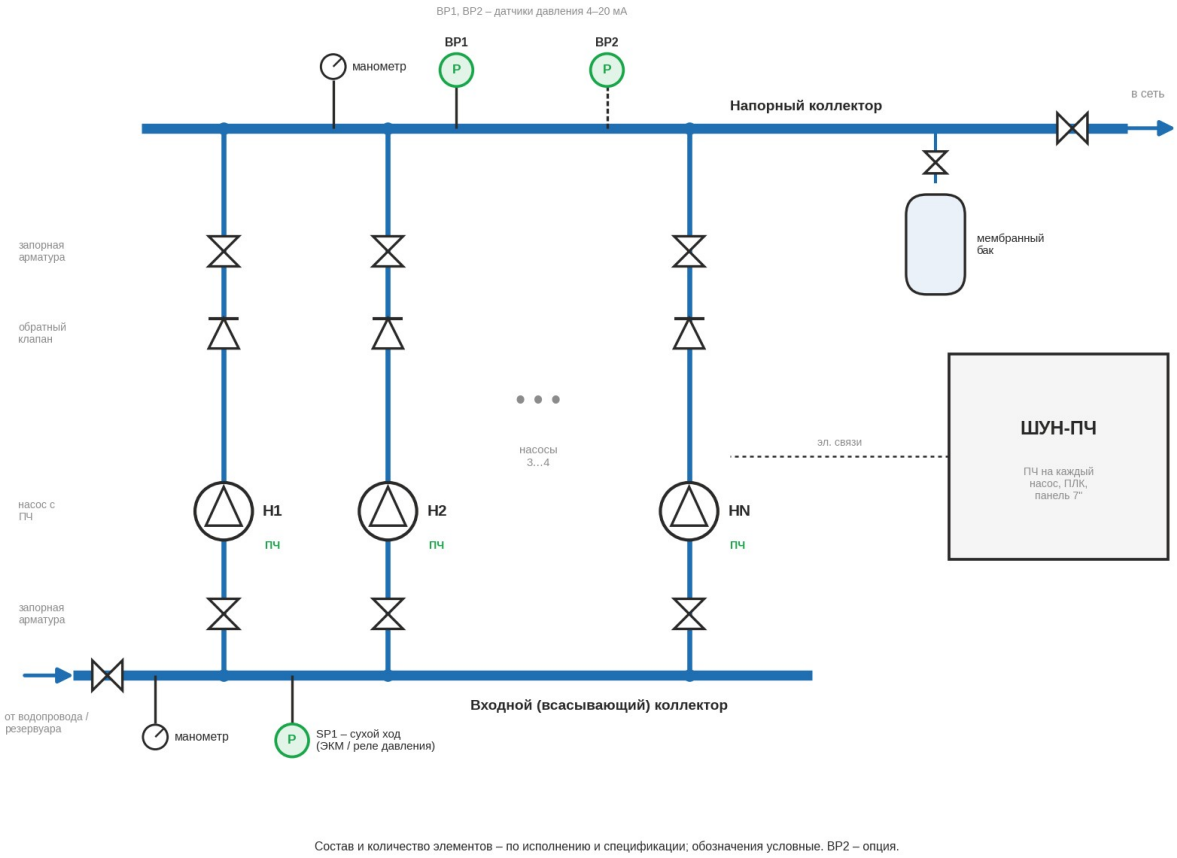


Рисунок 1 – Гидравлическая схема станции (типовая)

3.3 Принцип работы

В режиме «Автомат» ПЛК сравнивает давление в напорном коллекторе (датчик BP1) с заданием P зад и по ПИД-закону изменяет частоту ведущего насоса. Команды пуска, останова и задание частоты передаются в ПЧ по сети RS-485.

1) **Пуск.** При снижении давления ниже P зад − ΔP пуска пускается ведущий насос – насос с наименьшей наработкой.
2) **Подключение.** Если частота ведущего насоса достигла «частоты подключения» и держится дольше «времени до подключения», а давление ниже задания, пускается следующий насос. Работающие насосы регулируются синхронно с одинаковой частотой.
3) **Отключение.** При снижении расхода частота уменьшается; если она ниже «частоты отключения» дольше «времени до отключения», последний подключённый насос останавливается.
4) **Сон.** При одном работающем насосе на минимальной частоте и достигнутом давлении насос останавливается. Малый водоразбор и утечки покрываются мембранным баком; при снижении давления на ΔP пуска насос пускается снова.
5) **Чередование и резерв.** Ведущий насос меняется по наработке; при аварии насоса или ПЧ он выводится из работы и заменяется исправным, авария фиксируется в журнале и выдаётся в диспетчерскую.

6) **Защиты.** При срабатывании датчика сухого хода все насосы останавливаются и после восстановления воды на входе пускаются вновь (автоматически с задержкой или вручную – по настройке). При неисправности датчика давления (ток < 3,6 или > 21 мА) станция переходит на резервный датчик ВР2 или останавливается.

3.4 Описание основных узлов

3.4.1 Насосы и преобразователи частоты

Применяются насосы с асинхронными двигателями, рассчитанными на питание от ПЧ. ПЧ установлены в шкафу управления и обеспечивают плавный пуск, регулирование частоты и защиту двигателя. Настройки ПЧ (данные двигателя, разгон/торможение, связь, реле аварии) выполняются при изготовлении и проверяются при ПНР (раздел 8, РЭ ШУН-ПЧ).

3.4.2 Коллекторы, арматура и приборы

Коллекторы – из нержавеющей стали или стали с защитным покрытием, присоединение к сети – фланцевое (ГОСТ 33259) или резьбовое. На входном коллекторе – манометр и датчик сухого хода, на напорном – датчик давления 4–20 мА, манометр и патрубок мембранного бака с краном.

3.4.3 Мембранный бак

Бак со сменной (или несменной) мембраной из пищевой резины. Давление предварительной закачки воздуха настраивается при вводе в эксплуатацию по п. 8.4 и проверяется не реже одного раза в 3 месяца.

3.4.4 Шкаф управления

Шкаф ШУН-ПЧ (IP54) содержит вводной автомат, реле контроля фаз и линейный контактор, автоматы и ПЧ насосов, ПЛК ОВЕН ПР100, блок питания =24 В, реле сигнализации, клеммники и систему вентиляции. На двери – лампа «СЕТЬ» (=24 В), сенсорная панель оператора 7" и вентилятор с фильтром: все команды, настройки и индикация выполняются с панели. ПЧ (Systeme HERZ) управляются только по RS-485.

4 Маркировка

На станции (на основании или шкафу управления) закреплена фирменная табличка (наклейка), содержащая:



Рисунок 2 – Фирменная табличка станции (пример)

№	Содержание
1	поставщик и изготовитель
2	модель (условное обозначение) станции
3	серийный (заводской) номер S/N
4	напряжение питания U раб, В
5	максимальное рабочее давление Р макс, бар
6	диапазон температуры перекачиваемой воды Т среды, °С
7	степень защиты IP
8	номинальная подача Q ном, м³/ч
9	номинальный напор Н ном, м
10	масса, кг; дата выпуска
11	сайт и телефон изготовителя, знак «Сделано в России»

Насосы, двигатели, ПЧ, мембранный бак и приборы имеют собственную маркировку изготовителей. На шкафу управления – табличка шкафа и предупреждающий знак «Опасность поражения электрическим током».

5 Комплектность

Наименование	Кол.	Примечание
Станция в сборе (насосы, коллекторы, арматура, основание)	1	
Шкаф управления ШУН-ПЧ (установлен на станции)	1	
Датчик давления BP1 на напорном коллекторе (BP2 – по заказу)	1–2	установлен
Датчик сухого хода SP1 (ЭКМ / реле давления на входном коллекторе)	1	установлен
Мембранный бак	1	может поставляться отдельно
Виброопоры	компл.	
Паспорт станции (настоящий документ)	1	
Руководство по эксплуатации ШУН-ПЧ, схема Э3	1	
Документация на насосы, ПЧ, бак, датчики	1 компл.	
Гарантийный талон	1	
Карта регистров Modbus	1	при диспетчеризации

6 Транспортирование и хранение

6.1 Транспортирование

– Станция транспортируется в упаковке изготовителя (на поддоне, в плёнке и/или обрешётке) любым видом крытого транспорта при температуре от −15 до +50 °С, с защитой от атмосферных осадков, ударов и опрокидывания.
– Станция закрепляется за раму; крепление за коллекторы, насосы и шкаф управления не допускается. Мембранный бак и датчики при необходимости транспортируются снятыми.

– Подъём выполняется за раму (основание) с использованием траверсы или стропов, не касающихся насосов, коллекторов и шкафа.

6.2 Приёмка и распаковка

– При получении проверьте целостность упаковки, отсутствие механических повреждений, комплектность по разделу 5 и соответствие таблички заказу. О повреждениях составьте акт с перевозчиком.
– После хранения или транспортирования при отрицательной температуре выдержите станцию в помещении при температуре не ниже +5 °C не менее 12 часов до подачи питания (защита электроники ПЧ от конденсата).

6.3 Хранение

– Станция хранится в закрытом помещении (условия 2 по ГОСТ 15150): температура от −15 до +50 °C, относительная влажность до 80 %, без агрессивных паров и газов.
– Вода из насосов и коллекторов перед хранением должна быть полностью слита – замерзание воды выводит из строя насосы и арматуру.
– Срок хранения без переконсервации – 12 месяцев. ПЧ, хранившиеся более 1 года без питания, перед вводом требуют формовки конденсаторов звена постоянного тока по РЭ ПЧ.

7 Монтаж

ВНИМАНИЕ!
Монтаж выполняется по проекту на систему водоснабжения здания. Отступления от требований раздела, влияющие на работу станции, согласуются с изготовителем.

7.1 Требования к помещению

– Станции для хозяйственно-питьевого водоснабжения допускается располагать в обслуживаемом здании, в помещениях ИТП, бойлерных и котельных с учётом требований к защите от шума и вибрации (п. 13.3 СП 30.13330.2020).
– Не допускается располагать станцию непосредственно над, под и смежно с жилыми квартирами, детскими, учебными, больничными, офисными и подобными помещениями (п. 13.6 СП 30.13330.2020).
– Проходы: между насосными агрегатами – не менее 1 м, перед шкафом управления – не менее 2 м (п. 13.22 СП 30.13330.2020); для агрегатов с напорным патрубком до DN100 допускается установка у стены с проходом не менее 0,7 м вокруг станции.
– Помещение отапливаемое (не ниже +5 °С), вентилируемое (температура не выше +35 °С – условие работы ПЧ), с освещением и трапом (приямком) для отвода воды при авариях и опорожнении.
– Для монтажа и ремонта предусматривается подъёмно-транспортное оборудование или возможность доступа к станции (п. 13.23 СП 30.13330.2020).

7.2 Установка

– Станция устанавливается на ровное горизонтальное основание (бетонный пол или фундамент), рассчитанное на массу станции, заполненной водой. Отклонение от горизонтали – не более 2 мм на 1 м.
– Станция устанавливается на виброопоры (входят в комплект), а присоединение к трубопроводам выполняется через виброизолирующие вставки (п. 13.17 СП 30.13330.2020). Жёсткое крепление рамы к полу при установленных виброопорах не выполняется.
– Вокруг шкафа управления обеспечивается свободный доступ воздуха к вентиляционным решёткам (не менее 100 мм от стен).

7.3 Подключение трубопроводов

– Трубопроводы имеют собственные опоры и не должны передавать нагрузку (вес, температурные удлинения) на коллекторы станции. Соосность фланцев проверяется до затяжки; устранение перекосов натяжением болтов не допускается.
– Диаметр подводящего трубопровода – не меньше диаметра входного коллектора; длина – минимальная, без «воздушных мешков», с подъёмом к станции; колена – большого радиуса, без резких сужений.
– На подводящем и напорном трубопроводах устанавливается запорная арматура для отключения станции; на подводе от городской сети – фильтр (сетчатый) по проекту и, при необходимости, регулятор давления «до себя».
– При заборе воды из резервуара насосы устанавливаются под залив; при отсутствии резервных агрегатов допускается одна всасывающая линия (п. 13.24 СП 30.13330.2020).
– Если расчётное давление у нижних санитарных приборов превышает 0,45 МПа – в сети предусматриваются регуляторы давления (п. 8.22 СП 30.13330.2020).

7.4 Электромонтаж

– Электромонтаж выполняется по схеме Э3 шкафа и проекту электроснабжения. Сечение питающего кабеля – по суммарной мощности станции и длине линии; защита линии – в ВРУ.
– Перед шкафом в ВРУ предусматривается аппарат отключения на всех фазах. Шкаф и рама станции присоединяются к защитному проводнику PE.
– Если двигатели подключаются на объекте – кабели от ПЧ к двигателям экранированные, экран заземляется с двух сторон; длина – не более допустимой по РЭ ПЧ.
– Кабели датчиков (4–20 мА), датчика сухого хода и RS-485 – экранированные, прокладываются отдельно от силовых кабелей (не ближе 100 мм); экран заземляется только со стороны шкафа.
– Монтажные провода внутри шкафа – по листу 11 схемы Э3 (сечения по ПУЭ, цвета: +24 В – красный, 0 В – синий, N – голубой, PE – жёлто-зелёный).

ЗАПРЕЩАЕТСЯ!
подавать питание на шкаф до проверки сопротивления изоляции и правильности подключений; проводить испытание мегаомметром цепей ПЧ, ПЛК, панели и датчиков – их отсоединяют; изоляция двигателей проверяется при отключённых от ПЧ кабелях.

8 Ввод в эксплуатацию и настройка

Ввод в эксплуатацию (ПНР) выполняется специализированной организацией в последовательности 8.1–8.8. Результаты заносятся в раздел 18 и в протокол настройки (Приложение В).

8.1 Подготовка к работе

1) Проверить комплектность, отсутствие повреждений, затяжку фланцевых и резьбовых соединений.
2) Проверить правильность подключения трубопроводов, наличие опор, открыть арматуру на подводящем трубопроводе (напорную – закрыть).
3) Проверить электромонтаж по схеме Э3: подключение ввода, двигателей, датчиков BP1 (BP2), SP1, сигналов X4, X5; затяжку клемм силовых цепей (после транспортирования – обязательно).
4) Измерить сопротивление изоляции двигателей и питающего кабеля мегаомметром 500–1000 В при отсоединённых ПЧ – не менее 0,5 МОм (норма – по ПТЭЭП и документации на двигатель).
5) При необходимости продуть шкаф сухим сжатым воздухом от пыли; проверить чистоту фильтров вентиляторов.
6) Проверить напряжение сети на клеммах ввода: 380 В ±10 %, перекос фаз не более 2 %.

8.2 Промывка и гидравлические испытания

– Перед подключением станции трубопроводы системы промываются; промывка через насосы станции не допускается (риск повреждения торцевых уплотнений абразивом).
– Гидравлическое испытание выполняется в составе системы водоснабжения по СП 73.13330.2016: давлением 1,5 рабочего, но не выше PN станции, указанного на табличке. Падение давления за время выдержки – по СП 73.13330.2016, течи не допускаются.
– На время испытания давлением выше диапазона датчиков давления и мембранного бака их отключают кранами (или снимают с установкой заглушек).

8.3 Заполнение и удаление воздуха

1) Медленно открыть арматуру на входе станции и входные краны насосов – станция заполняется водой под давлением сети.
2) Открыть пробки (винты) удаления воздуха на насосах до появления сплошной струи воды без пузырей; закрыть.
3) При работе из резервуара ниже оси насосов (на всасывание) – заполнить насосы и всасывающую линию через заливные пробки; убедиться в герметичности обратного (приёмного) клапана.
4) Проверить давление на входе по манометру входного коллектора; записать статическое давление в раздел 18.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ!
включать насосы без заполнения водой даже кратковременно для «проверки вращения» – торцевое уплотнение выходит из строя за несколько секунд работы всухую.

8.4 Настройка мембранного бака

Давление воздуха в баке настраивается при **отсутствии давления воды** в баке (кран бака закрыт, вода из бака слита через дренаж) автомобильным манометром и насосом/компрессором через ниппель бака.

Рекомендуемое давление предварительной закачки: P бака = 0,9 × (P зад − ΔP пуска), но не более 0,9 × P зад. Пример: P зад = 4,0 бар, ΔP пуска = 0,5 бар → P бака = 0,9 × 3,5 ≈ 3,2 бар. Для упрощённой оценки допускается P бака ≈ 0,7…0,8 × P зад.

- Слишком низкое давление в баке – бак заполнен водой при малом давлении, полезный объём мал, насос часто пускается.
- Слишком высокое давление (выше давления пуска насоса) – бак не отдаёт воду, насос пускается при каждом водоразборе, возможен гидроудар.
- После настройки открыть кран бака. Проверка давления в баке – не реже 1 раза в 3 месяца (раздел 10).

8.5 Первое включение

Последовательность первого включения (соответствует РЭ ШУН-ПЧ, раздел «Первоначальная настройка»):

1) Отключить автоматы ПЧ (QF2…QF5) в шкафу; включить вводной автомат QF1, автоматы QF6 (питание =24 В) и QF7 (вентиляция). Проверить: реле контроля фаз KV1 – индикатор «норма», контактор KM1 включён, панель оператора загрузилась.
2) Если KV1 не включает KM1 – проверить чередование и наличие фаз на вводе (поменять местами две фазы на вводе при неправильном чередовании).
3) На панели перевести станцию в режим «Останов» и «Ручной». Перейти на экран настроек и проверить (ввести) параметры по таблице 8.1: диапазон датчиков, P зад, частоты и времена каскада, режим сброса ошибок.
4) Сравнить давление на панели с показанием манометра напорного коллектора: расхождение не более 0,1–0,2 бар. При большем расхождении проверить диапазон датчика (min/max) на экране настроек и подключение BP1.
5) Включить автоматы ПЧ. Проверить на панели отсутствие аварий связи с ПЧ (у каждого насоса – статус «Ожидание», серый цвет). Проверить в каждом ПЧ данные двигателя по шильдику (U, I ном, f, n, P); при необходимости выполнить статическую автонастройку ПЧ.
6) Перевести переключатель на панели в «Работа». Кратковременно (1–2 с) включить каждый насос кнопкой ручного пуска при открытой напорной арматуре насоса и проверить направление вращения по стрелке на корпусе (вентилятору двигателя). При неверном направлении – поменять местами две фазы на выходе ПЧ (U–V) при отключённом питании либо изменить направление параметром ПЧ.
7) Включить каждый насос в ручном режиме на «частоте ручного режима» и, плавно открывая напорную арматуру станции, проверить: отсутствие посторонних шумов и вибрации, ток двигателя на панели (не более номинального), давление.
8) Открыть напорную арматуру станции полностью, перевести переключатель режимов в «Авто». Станция переходит к поддержанию давления.

8.6 Настройка системы

Настройки вводятся на экране настроек панели оператора. Рекомендуемые значения приведены в таблице 8.1 и уточняются по результатам опробования на объекте.

Таблица 8.1 – Параметры настройки станции

Параметр	Ед.	Рекомендация	Как определить / примечание
Давление (задание) P зад	бар	по проекту	H треб по формуле (19) СП 30.13330 минус гарантированный напор сети; не выше 4,5 бар у нижних приборов без регуляторов
Датчик давления min / max	бар	0 / 10 (16)	по паспорту датчика BP1 (BP2); при замене датчика – ввести заново
Частота подключения насоса	Гц	48…49	на 1…2 Гц ниже максимальной (50 Гц)
Время до подключения насоса	мин	0,1…0,3	увеличить при «ложных» подключениях от кратковременных пиков расхода
Частота отключения насоса	Гц	F0 + 2…3 Гц	F0 – частота, при которой насос перестаёт создавать P зад при нулевом расходе (см. ниже)
Время до отключения насоса	мин	0,2…1,0	увеличить при частых пусках/остановах
Частота в ручном режиме	Гц	40…50	для проверки и аварийной работы
Сброс ошибки	–	автоматический	авто – попытка раз в минуту; ручной – переводом в «Останов»
Коэффициенты ПИД (Kp, Ti, Td)	–	заводские	п. 8.6.1
Мембранный бак (давление воздуха)	бар	0,9 × (P зад − ΔP пуска)	п. 8.4

Определение частоты отключения (F0). При работе одного насоса в ручном режиме закрыть напорную арматуру станции (нулевой расход) и, уменьшая «частоту ручного режима», найти частоту, при которой давление опускается ниже P зад. Частота отключения = F0 + 2…3 Гц. Работа насоса на закрытую задвижку – не более 1–2 минут.

8.6.1 ПИД-регулятор давления: назначение, коэффициенты и настройка

Назначение. ПИД-регулятор ПЛК поддерживает заданное давление в напорном коллекторе. Он непрерывно сравнивает давление датчика BP1 с заданием и вычисляет **рассогласование** e = P зад − P факт. Выход регулятора – частота ведущего насоса (по RS-485 в ПЧ) в диапазоне от частоты отключения до 50 Гц; при каскаде этой же частотой работают все включённые насосы. Подключение и отключение насосов выполняет отдельная логика каскада (частоты и времена подключения/отключения), ПИД отвечает только за плавное изменение частоты.

На экране настроек задаются три коэффициента – **P**, **I** и **D** (экран коэффициентов – РЭ ШУН-ПЧ, п. 1.10.4):

Коэфф.	Что делает	Если увеличить	Если уменьшить
P (Kp)	**Пропорциональная составляющая:** мгновенно изменяет частоту пропорционально отклонению давления: чем больше провал давления, тем сильнее разгон насоса	быстрее реакция на открытие кранов, меньше провал давления; при избытке – перерегулирование, «раскачка» давления и частоты, гидроудары, шум, частые подключения/отключения насосов	система «мягче» и спокойнее; при недостатке – медленный разгон, большой и длительный провал давления у потребителей при резком водоразборе

Коэфф.	Что делает	Если увеличить	Если уменьшить
I (Ti)	**Интегральная составляющая:** устраняет остаточную ошибку: «дотягивает» давление точно до задания, накапливая рассогласование во времени	Ti больше – интегральная составляющая слабее: давление дольше возвращается к заданию, но процесс спокойнее	Ti меньше – давление быстрее выходит точно на задание; при избытке – медленные колебания давления («плавание» с периодом 10–60 с), перерегулирование, ложные пуски/остановы каскада
D (Td)	**Дифференциальная составляющая:** реагирует на скорость изменения давления, «предугадывает» провал	гасит резкие броски на медленных системах; в водопроводе усиливает пульсации и шум датчика – частота «дёргается», ПЧ и насосы работают рывками	при D = 0 регулятор работает как ПИ – рекомендуемый режим для станций повышения давления

ПРИМЕЧАНИЕ

В программе шкафа I задаётся как время интегрирования Ti, с: **увеличение I ослабляет** интегральную составляющую. Если в применённой версии ПО I задан как коэффициент Ki – направление влияния обратное (увеличение Ki усиливает интеграл). Проверка: немного уменьшите I – если I задан как время Ti, давление после скачка расхода станет возвращаться к заданию быстрее.

Для насосных станций повышения давления, как правило, применяется ПИ-регулирование: D = 0.

На что ещё влияет настройка и что влияет на неё. Один и тот же набор коэффициентов на разных объектах ведёт себя по-разному. Регулятор становится «резче» (нужно уменьшить P и/или увеличить Ti):

- при малом объёме или неправильной закачке мембранного бака – бак сглаживает броски давления, без него система «жёсткая»;
- при датчике давления, установленном близко к насосам, без демпфирования – пульсации потока попадают в регулятор;
- при крутой напорной характеристике насоса (малое изменение частоты сильно меняет давление) и коротком трубопроводе малого объёма;
- при работе на малых расходах (один насос около частоты отключения) – здесь станция наиболее склонна к «раскачке».

Регулятор становится «вялым» (можно увеличить P и/или уменьшить Ti): при большом объёме бака и трубопроводов, длинной магистрали, пологой характеристике насоса. **Время разгона и торможения ПЧ** (3–5 с) ограничивает скорость отработки: при большой рампе ПИД не успевает за расходом, а увеличение P не помогает – сначала уменьшите рампу ПЧ (в пределах, допустимых для насоса), затем настраивайте ПИД.

Порядок настройки (выполняется при ПНР, в режиме «Авто», с открытым экраном графиков «Давление» и «Частота ПЧ»):

1) Записать заводские значения P, I, D в протокол настройки. Убедиться, что давление закачки бака настроено (0,9 × (P зад − ΔP пуска)), воздух из системы удалён, датчик показывает давление верно.
2) Установить D = 0. Работает один насос. Создать скачок расхода: быстро открыть кран (или задвижку на линии водоразбора) примерно на 30–50 % подачи одного насоса, затем через 30–60 с закрыть.
3) Оценить переходный процесс по графику: глубину провала (броска) давления, время возврата к заданию, наличие колебаний.

4) **Настройка P.** Если давление восстанавливается медленно и провал большой – увеличивать P шагами по 20–30 %, повторяя скачок расхода. Когда появятся затухающие колебания давления или частоты (2–3 и более полуволн) – уменьшить P примерно на 40 % от этого значения.
5) **Настройка I.** Если после скачка давление долго держится ниже (выше) задания – уменьшать Ti шагами по 20–30 %. Если появились медленные колебания («плавание») – увеличить Ti на 30–50 %.
6) D оставить 0. Вводить D (минимальное значение) допускается только при длинных магистралях с медленной реакцией и только если частота не начинает «дёргаться».
7) Проверить работу на всём диапазоне: малый расход (один насос около частоты отключения), средний и максимальный, момент подключения и отключения второго насоса. Давление не должно проваливаться более чем на 0,5 бар при подключении насоса, не должно быть циклических подключений/отключений.
8) Проверить режим «сон» при отсутствии водоразбора: насос останавливается без колебаний давления, пуски – не чаще 1 раза в 5–10 мин.
9) Записать итоговые P, I, D в протокол настройки и паспорт станции.

Критерии правильной настройки:

Показатель	Норма
Отклонение давления в установившемся режиме	не более ±0,1…0,2 бар от P зад
Провал (бросок) давления при резком изменении расхода	не более 0,3…0,5 бар
Время возврата давления к заданию	5…15 с, без колебаний (допускается одно перерегулирование ≤ 0,2 бар)
Частота ПЧ в установившемся режиме	стабильна, колебания не более ±1 Гц
Подключение/отключение насосов	без циклических повторов и провалов давления > 0,5 бар

Типовые проблемы и действия:

Признак на графике	Вероятная причина	Действие
Быстрые колебания давления и частоты (период 2–10 с)	велик P или D; пульсации датчика	уменьшить P на 30–50 %; D = 0; проверить крепление и демпфер датчика
Медленное «плавание» давления (период 10–60 с)	мал Ti (сильная I-составляющая)	увеличить Ti на 30–50 %
Давление долго не выходит на задание	мал P и/или велик Ti; велика рампа ПЧ	увеличить P, уменьшить Ti; проверить время разгона ПЧ
Глубокий провал давления при открытии кранов	мал P; мал или не настроен бак; велика рампа ПЧ	увеличить P; настроить бак; уменьшить время разгона
Частые подключения/отключения второго насоса	колебания от ПИД; малые времена каскада	сначала устранить колебания ПИД, затем увеличить «время до подключения/отключения»
Колебания только на малом расходе	работа около частоты отключения, бак	уменьшить P, проверить бак, увеличить частоту отключения на 1–2 Гц
Колебания не устраняются настройкой	воздух в системе, неисправен обратный клапан, датчик, бак	удалить воздух, проверить клапаны, датчик (по образцовому манометру), бак

Настройка ПЧ. Обязательные настройки ПЧ Systeme HERZ (F0.02 = 2 и F0.03 = 9 – пуск и задание по RS-485, F1.01–F1.05 – данные двигателя, F3.00 = 2 – квадратичная U/F, Fd.00 = 9 – 115200 бит/с, одинаково с ПЛК и панелью, Fd.02 – адрес: UZ1 – 16, UZ2 – 17, UZ3 – 18, UZ4 – 19) выполнены изготовителем и приведены в Э3 (лист 8) и РЭ ШУН-ПЧ (п. 2.4.2). При замене ПЧ или насоса их выполняют заново.

8.7 Проверка защит и резервирования

Проверка	Как выполнить	Ожидаемый результат
Сухой ход	закрыть арматуру на входе станции (или имитировать размыкание SP1)	через t сух насосы останавливаются, авария «Сухой ход», реле «Сухой ход» – в диспетчерскую; после открытия – автопуск (по настройке)
Авария насоса / ПЧ	отключить автомат ПЧ работающего насоса	авария насоса в журнале, пускается следующий насос, сигнал «Норма» снимается
Резерв	вывести насос из работы (ручной режим / отключение ПЧ)	станция поддерживает давление оставшимися насосами
Датчик давления	отсоединить сигнальный провод BP1	авария датчика; работа по BP2 или останов (по настройке)
Контроль сети	отключить одну фазу на вводе (через ВРУ)	KV1 отключает KM1, потеря связи с ПЧ – аварии насосов; после восстановления – автоматический повторный пуск
Диспетчеризация	проверить сигналы X5 и обмен по RS-485	сигналы «Норма», «Работа», «Сухой ход» и данные Modbus получены диспетчерской

8.8 Комплексное опробование

- Станция работает в режиме «Авто» в составе системы не менее 24 часов при реальном водоразборе. Контролируются: поддержание P зад (отклонение не более ±0,2 бар в установившемся режиме), число пусков в час (не более допустимого для двигателя, как правило ≤ 20), токи, нагрев двигателей и шкафа, отсутствие течей и аварий в журнале.
- Проверяется режим «сон» при отсутствии водоразбора (ночью): насос останавливается, пуски – не чаще 1 раза в 5–10 минут; при частых пусках – проверить утечки в сети и давление в баке.
- Результаты и уставки заносятся в раздел 18 и Приложение В; персонал заказчика проходит инструктаж по эксплуатации.

9 Использование по назначению

9.1 Режимы работы

Режим	Включение (панель оператора)	Работа
Автомат	«Работа» + «Авто»	основной режим: поддержание P зад, каскад, чередование, резерв, защиты
Ручной	«Работа» + «Ручной»	пуск/останов каждого насоса кнопками на экране на «частоте ручного режима»; защиты от сухого хода и аварий ПЧ действуют

Режим	Включение (панель оператора)	Работа
Останов	«Останов»	все насосы остановлены; ручной сброс аварий

ПРИМЕЧАНИЕ
При внешнем запрете работы (сигнал «Разрешение работы» снят) станция останавливается без аварии и возобновляет работу при появлении разрешения.

9.2 Контроль при эксплуатации

– Ежедневно (визуально) – давление на панели и манометрах, отсутствие активных аварий (индикатор в правом верхнем углу основного экрана), отсутствие течей и посторонних шумов.
– Активные ошибки просматриваются нажатием на индикатор аварий; история – в журнале событий; тренды давления, частот и числа насосов – на экране графиков.
– Параметры каждого насоса (статус, частота, ток, мощность, число пусков, наработка) – во всплывающем окне при нажатии на пиктограмму насоса.

9.3 Ограничения при эксплуатации

– Не допускается длительная работа насосов при расходе ниже минимального по документации на насос (как правило, 10 % номинального) – перегрев воды и уплотнений. Защита – режим «сон» и правильная частота отключения.
– Не допускается работа с давлением на входе ниже требуемого по NPSH (кавитация: шум «гравия», падение напора, разрушение рабочих колёс).
– Не допускается изменение настроек ПЧ, ПЛК и защит лицами, не прошедшими обучение. Пароль экрана настроек хранится у ответственного лица.
– Число пусков двигателя в час – не более допустимого документацией на двигатель.

10 Техническое обслуживание

10.1 Общие указания

Станция должна использоваться только по назначению и находиться в исправном состоянии. ТО выполняется специализированной организацией или обученным персоналом заказчика с записью в разделе 19. Перед работами – вывод из эксплуатации по п. 13.1.

10.2 Периодичность и содержание работ

Периодичность	Работы
Ежедневно	внешний осмотр; давление на входе и выходе; отсутствие аварий, течей, шума и вибрации
Ежемесячно	проверка журнала событий (частота пусков, аварии); чередование насосов (наработки близки); чистота фильтров вентиляторов шкафа; температура в шкафу
1 раз в 3 месяца	проверка давления воздуха в мембранном баке (п. 8.4); проверка срабатывания защиты от сухого хода; очистка фильтра на подводе
1 раз в 6 месяцев	проверка затяжки клемм силовых цепей (после отключения и выдержки времени разряда ПЧ); очистка шкафа от пыли; замена фильтрующих матов вентиляторов (или чаще при запылённости); проверка работы всех насосов и переключения резерва
Ежегодно	проверка сопротивления изоляции двигателей; проверка датчиков давления по образцовому манометру; поверка манометров (по сроку поверки); проверка обратных клапанов и арматуры; проверка сигналов диспетчеризации; осмотр торцевых уплотнений
По наработке	обслуживание насосов и двигателей (подшипники, уплотнения) – по документации изготовителей; замена вентиляторов шкафа – по ресурсу (обычно 30–40 тыс. ч)

10.3 Обслуживание мембранного бака

Закрыть кран бака, слить воду через дренаж, измерить давление воздуха манометром на ниппеле и довести до значения по п. 8.4. Вода, выходящая из ниппеля, – признак разрыва мембраны: мембрану (бак) заменить.

10.4 Шкаф управления и ПЧ

Работы в шкафу – по РЭ ШУН-ПЧ. Перегрев ПЧ – основная причина их отказов: следите за чистотой фильтров и работой вентиляторов; при температуре в помещении выше +35 °C требуется дополнительная вентиляция помещения.

11 Возможные неисправности и методы их устранения

Неисправность	Возможная причина	Устранение
Станция не включается, панель не горит	нет напряжения на вводе; отключены QF1, QF6; неисправен блок питания	проверить питание и автоматы; заменить блок питания
KM1 не включается, авария сети	обрыв/перекос фаз, неверное чередование, напряжение вне допуска	проверить сеть; поменять местами две фазы на вводе при неверном чередовании
Нет связи с ПЧ	отключён автомат ПЧ; обрыв линии RS-485; неверный адрес/скорость ПЧ	включить автомат; проверить линию и терминатор; проверить параметры связи ПЧ
Авария ПЧ (перегрузка, перегрев)	заклинивание насоса; неверные данные двигателя; засорены фильтры вентиляции	проверить вращение насоса; ввести данные двигателя; очистить фильтры
Насос работает, давление не растёт	обратное вращение; воздух в насосе; закрыта арматура; износ насоса	проверить вращение, удалить воздух, открыть арматуру, обслужить насос
Давление колеблется («раскачка»)	ПИД настроен «агрессивно»; мало давление в баке; воздух в системе	уменьшить Kp / увеличить Ti; настроить бак; удалить воздух
Частые пуски/остановы	утечки в сети; неверное давление в баке; разрыв мембраны; низкая частота отключения	устранить утечки; настроить/заменить бак; увеличить время до отключения
Авария «Сухой ход»	нет воды на входе; закрыта входная арматура; засорён фильтр; неисправен SP1	обеспечить подачу воды; открыть арматуру; очистить фильтр; проверить SP1
Авария датчика давления	обрыв/КЗ линии; неисправен датчик; неверный диапазон	проверить линию (ток 4–20 мА); заменить датчик; ввести диапазон
Давление на панели ≠ манометру	неверный диапазон датчика; неисправен датчик или манометр	проверить min/max на экране настроек; сверить по образцовому манометру
Шум, вибрация	кавитация (мало давление на входе); износ подшипников; ослабление крепления	проверить давление на входе; обслужить насос; подтянуть крепления

12 Критические отказы, предельные состояния и ошибочные действия персонала

12.1 Критические отказы

– разрушение коллекторов, арматуры или корпуса насоса с выбросом воды под давлением;
– пробой изоляции, возгорание в шкафу управления или двигателе;
– превышение давления в сети сверх PN станции и системы (неисправность датчика давления при работе на максимальной частоте).

При критическом отказе немедленно отключить станцию вводным автоматом в ВРУ, закрыть арматуру на входе и выходе, сообщить ответственному лицу и изготовителю.

12.2 Предельные состояния

– коррозионный износ или трещины коллекторов и рамы, не устраняемые ремонтом;

– снижение характеристик насосов (напора, подачи) более чем на 10 % от номинальных после ремонта;
– истечение назначенного срока службы (п. 14.1) без проведения обследования и продления срока.

12.3 Возможные ошибочные действия персонала

– пуск насосов без заполнения водой;
– работа на закрытую напорную арматуру длительное время;
– установка неверного диапазона датчика давления (давление на панели не соответствует фактическому – возможно превышение давления в сети);
– отключение защиты от сухого хода (перемычка на SP1);
– работы в шкафу без выдержки времени разряда конденсаторов ПЧ.

13 Вывод из эксплуатации, консервация и утилизация

13.1 Вывод из эксплуатации для ТО и ремонта

1) Перевести станцию в режим «Останов» на панели оператора.
2) Отключить вводной автомат шкафа (QF1) и аппарат в ВРУ, принять меры против случайного включения, вывесить запрещающие плакаты; выждать время разряда ПЧ.
3) При необходимости закрыть арматуру на входе и выходе станции (или насоса) и сбросить давление; слить воду.

13.2 Консервация

При выводе на длительный срок полностью слить воду из насосов и коллекторов, просушить, закрыть патрубки заглушками. Шкаф управления закрыть, обеспечить условия хранения по п. 6.3.

13.3 Утилизация

Станция не содержит драгоценных металлов в количествах, подлежащих учёту, и опасных веществ. Утилизация – в соответствии с законодательством РФ: металлические части – как металлолом, электронные компоненты (ПЧ, ПЛК, панель) – через специализированные организации.

14 Ресурсы, сроки службы и хранения, гарантии изготовителя

14.1 Ресурсы и сроки

Показатель	Значение
Назначенный срок службы станции	10 лет
Срок службы насосов, двигателей, ПЧ, арматуры, приборов	по документации изготовителей комплектующих
Срок хранения без переконсервации	12 месяцев

Указанные сроки действительны при соблюдении требований паспорта к монтажу, эксплуатации, ТО, транспортированию и хранению. По истечении назначенного срока службы эксплуатация допускается после обследования и принятия решения о продлении срока.

14.2 Гарантии изготовителя

- Изготовитель гарантирует соответствие станции требованиям паспорта при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.
- **Гарантийный срок эксплуатации – 24 месяца со дня продажи** (передачи покупателю), если иное не установлено договором.
- Гарантийный срок на насосы, ПЧ и другие комплектующие – не менее срока, установленного их изготовителями, но не менее гарантийного срока станции, если иное не установлено договором.
- В течение гарантийного срока изготовитель безвозмездно устраняет выявленные дефекты производственного характера путём ремонта или замены неисправных узлов. Условия гарантийного обслуживания – в гарантийном талоне.

Гарантия не распространяется на случаи:

- нарушения требований паспорта и РЭ шкафа управления при транспортировании, хранении, монтаже, ПНР и эксплуатации;
- отсутствия записей о вводе в эксплуатацию (раздел 18) и о проведённом ТО (раздел 19);
- механических повреждений, повреждений в результате замерзания воды, затопления, пожара, стихийных бедствий;
- работы насосов без воды, с превышением давления, на закрытую задвижку, с перекачиванием жидкостей, не соответствующих п. 1.2;
- подключения к сети с параметрами, не соответствующими техническим данным (отклонение напряжения более ±10 %, перекос и пропадание фаз), перенапряжений в сети;
- перегрева ПЧ из-за загрязнения фильтров вентиляции и нарушения температурного режима помещения;
- ремонта, разборки, изменения конструкции или программы лицами, не уполномоченными изготовителем; управления станцией шкафом стороннего производителя;
- естественного износа расходных деталей (уплотнения, прокладки, мембраны, фильтрующие маты).

15 Сведения о рекламациях

При выявлении неисправности в течение гарантийного срока эксплуатирующая организация составляет рекламационный акт и направляет его изготовителю вместе с копиями разделов 17–19 паспорта и гарантийного талона. В акте указываются:

- наименование и адрес организации, адрес объекта, контактное лицо;
- обозначение и заводской номер станции, дата изготовления, дата продажи;
- дата ввода в эксплуатацию и наименование организации, выполнившей монтаж и ПНР;
- наработка на момент отказа, условия эксплуатации (давление, температура, качество воды, параметры сети);
- подробное описание неисправности, коды аварий и выписка журнала событий панели, фотографии;
- сведения о проведённом ТО.

До получения решения изготовителя разборка неисправного узла не допускается, за исключением действий, необходимых для обеспечения безопасности. Контакты изготовителя: ООО «НПК Грааль», г. Иваново; www.npkgraal.com; тел. +7 (4932) 20-00-38.

16 Свидетельство об упаковывании

Станция повышения давления _____ заводской № _____

упакована ООО «НПК Грааль» согласно требованиям, предусмотренным в действующей технической документации.

Упаковку произвёл: _____ / _____ Дата: «___» _____ 20___ г.

17 Свидетельство о приёмке

Станция повышения давления _____

заводской № (S/N) _____ дата изготовления «___» _____ 20___ г.

Проверка при приёмке	Результат
Соответствие комплектности и маркировки заказу	
Гидравлическое испытание коллекторов и обвязки давлением, бар / время, мин	
Отсутствие течей	
Направление вращения насосов	
Настройки ПЧ (данные двигателей, связь RS-485)	
Функциональная проверка шкафа (каскад, защиты, сигналы)	
Сопротивление изоляции, МОм	

изготовлена и принята в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, действующей технической документацией и **признана годной к эксплуатации**.

Представитель ОТК: _____ / _____ М. П.

18 Сведения о вводе в эксплуатацию

Сведения	Значение
Объект (наименование, адрес)	
Монтажная / наладочная организация	
Дата ввода в эксплуатацию	
Напряжение сети (L1-L2 / L2-L3 / L3-L1), В	
Давление на входе: статическое / при работе, бар	
Заданное давление P зад, бар	
Давление предварительной закачки бака, бар	
Частота отключения F0 + запас, Гц	
Токи двигателей H1…HN при номинальной частоте, А	
Проверка защиты от сухого хода	
Проверка резерва и аварий ПЧ	
Проверка сигналов диспетчеризации	
Протокол настройки (Приложение В) оформлен	

Станция смонтирована, настроена и введена в эксплуатацию. Ответственный за эксплуатацию: _____

Представитель наладочной организации: _____ / _____ Представитель заказчика: _____ / _____

19 Учёт технического обслуживания

Дата	Вид ТО	Содержание работ, замечания, результаты проверок	Исполнитель (ФИО, подпись)	Ответственный (подпись)

20 Учёт неисправностей и ремонтов

Дата	Характер неисправности, причина, код аварии	Принятые меры, заменённые узлы	Наработка	Подпись

21 Движение изделия при эксплуатации. Особые отметки

Дата	Организация (владелец), адрес	Основание (документ)	Подпись

Особые отметки:

_____
_____

_____
_____

Сведения об утилизации: дата _____ организация _____ подпись _____

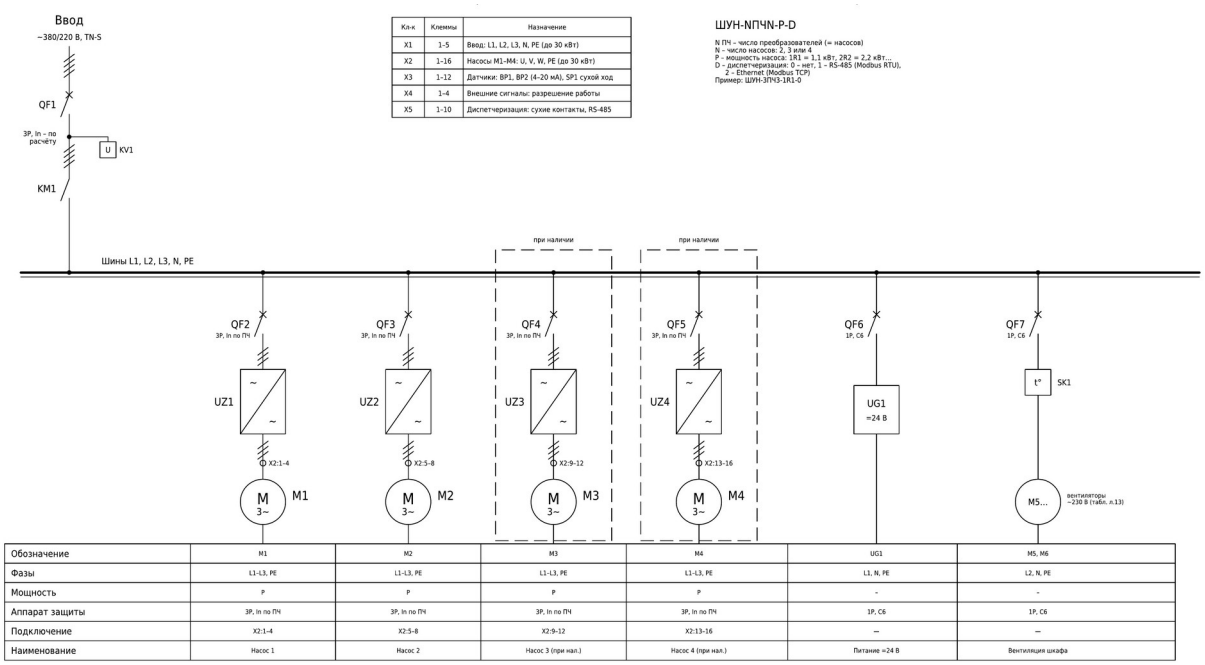
Приложение А (справочное). Нормативные ссылки

Номера пунктов приведены для редакций, действующих на дату выпуска паспорта; при применении следует проверять действие документов и их изменений.

Документ	Применение
СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий» (с изменениями)	раздел 13 – насосные установки: размещение (13.3, 13.6), резерв (13.15), арматура (13.16), виброизоляция (13.17), надёжность питания (13.20), автоматическое управление (13.21), проходы (13.22); п. 8.22 – регуляторы давления
СП 73.13330.2016 «Внутренние санитарно-технические системы зданий»	монтаж и гидростатические испытания систем водоснабжения
ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования»	требования безопасности, эксплуатационные документы
ТР ТС 004/2011, ТР ТС 020/2011	низковольтное оборудование, электромагнитная совместимость
ГОСТ Р 2.601-2019, ГОСТ Р 2.610-2019	правила выполнения эксплуатационных документов
ГОСТ 31839-2012 (EN 809)	насосы и агрегаты насосные – требования безопасности
ГОСТ 33259-2015	фланцы арматуры и трубопроводов
ГОСТ 15150-69, ГОСТ 23216-78	климатическое исполнение, хранение, транспортирование
СанПиН 2.1.3684-21, СанПиН 1.2.3685-21	защита от шума и вибрации, качество питьевой воды
ПУЭ (7-е изд.), ПТЭЭП, Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок	электромонтаж и эксплуатация электрооборудования

Приложение Б (справочное). Схема внешних подключений

Полная схема и описание работы шкафа – в РЭ ШУН-ПЧ и схеме электрической принципиальной ШУН-NПЧN-Р.ЭЗ. Ниже для справки приведена однолинейная схема шкафа.



Кл-к	Клеммы	Назначение
X1	1-5	Ввод: L1, L2, L3, N, PE (до 30 кВт)
X2	1-16	Насосы M1–M4: U, V, W, PE (до 30 кВт)
X3	1-12	Датчики: BP1, BP2 (4-20 мА), SP1 сухой ход
X4	1-4	Внешние сигналы: разрешение работы
X5	1-10	Диспетчеризация: сухие контакты, RS-485

Обозначение	M1	M2	M3	M4	UG1	M5, M6
Фазы	L1-L3, PE	L1-L3, PE	L1-L3, PE	L1-L3, PE	L1, N, PE	L2, N, PE
Мощность	P	P	P	P	-	-
Аппарат защиты	3P, In по ПЧ	3P, In по ПЧ	3P, In по ПЧ	3P, In по ПЧ	1P, C6	1P, C6
Подключение	X2:1-4	X2:5-8	X2:9-12	X2:13-16	–	–
Наименование	Насос 1	Насос 2	Насос 3 (при нал.)	Насос 4 (при нал.)	Питание =24 В	Вентиляция шкафа

Рисунок 3 – Схема электрическая однолинейная шкафа ШУН-ПЧ (универсальная, 2–4 насоса)

Клеммник	Клеммы	Назначение
X1	1–5	ввод ~380 В: L1, L2, L3, N, PE (до 30 кВт; свыше – на вводной автомат)
X2	1–16	двигатели насосов M1–M4: U, V, W, PE (до 30 кВт; свыше – на ПЧ)
X3	1–4	датчики давления BP1, BP2 (4–20 мА, напорный коллектор): «+» и «сигнал»
X3	7–8	датчик сухого хода SP1 (НО, замкнут при наличии воды)
X4	1–2	внешнее разрешение работы (перемычка при отсутствии)
X5	1–6	диспетчеризация: «Норма/Авария», «Работа», «Сухой ход» (сухие контакты)
X5	7–10	RS-485 Modbus RTU: A, B, GND, экран

Приложение В (обязательное). Протокол пусконаладки и настройки

Заполняется при вводе в эксплуатацию, после ремонта, замены насоса, ПЧ или датчика и при изменении настроек. Копия прикладывается к акту ввода в эксплуатацию и к рекламации.

Параметр	Значение при ПНР	Изменение (дата, значение)
Давление (задание) P зад, бар		
Датчик давления BP1 min / max, бар		
Датчик давления BP2 min / max, бар (при наличии)		
Частота подключения насоса, Гц		
Время до подключения, мин		
Частота отключения насоса, Гц		
Время до отключения, мин		
Частота в ручном режиме, Гц		
Сброс ошибки (авто / ручной)		
ПИД: Kp / Ti / Td		
Давление закачки мембранного бака, бар		
Задержка сухого хода, с / автовозврат		
ПЧ: разгон / торможение, с		
ПЧ: адреса Modbus, скорость обмена		
Адрес и скорость панели для диспетчеризации		

Наладку выполнил: _____ / _____ «___» _____ 20___ г.

Изготовитель: ООО «Научно-производственная компания Грааль», г. Иваново. **Сайт:** www.npkgraal.com **Телефон:** +7 (4932) 20-00-38