



Общество с ограниченной ответственностью «ЭНТЭК»  
(ООО «ЭНТЭК»)

СРО «ПСП» № П-190-23042014

СОГЛАСОВАНО:

Главный инженер проекта

ООО «Компания ПроектЭнергоИнжиниринг»

\_\_\_\_\_ А.М. Тарарин

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023г

**РЕКОНСТРУКЦИЯ СХЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД В  
СВЯЗИ С ВЫВОДОМ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕКУЛЬТИВАЦИЕЙ  
ЗОЛОТВАЛА №2 ФИЛИАЛА «ВЕРХНЕТАГИЛЬСКАЯ ГРЭС»**

**АО «ИНТЕР РАО – ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИЯ»**

**Свердловская область, г. Верхний Тагил, Верхнетагильская  
ГРЭС**

**ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 6. Технологические решения**

**Часть 4. Модернизация автономной обессоливающей  
установки**

**0060-2022-ТХ.4**

**Том 6.4**

Генеральный директор

А.М. Банных

Главный инженер проекта


Н.В. Главатских

Изм.	№ док.	Подпись	Дата
6	-		09.23

Санкт-Петербург


2023 г.

Обозначение	Наименование	Примечание
0060-2022-ТХ.1-СТ	Содержание тома	на 1 листе
0060-2022-ТХ.1-ТЧ	Текстовая часть	на 16 листах
	Графические материалы	
Лист 1	Технологическая схема автономной обессоливающей установки	
Лист 2	Балансовая схема	
Лист 3	План расположения оборудования в КТЦ на отм. 0.000	
Лист 4	Функциональная схема автоматизации	

4	-	Зам.	-	<i>Куликов</i>	08.23	0060-2022-ТХ.4-СТ			
Изм	Копуч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата				
Разработ.	Куликов			<i>Куликов</i>	01.23	Содержание тома	Стадия	Лист	Листов
							П		1
Н.контр.									
ГИП	Главатских			<i>Главатских</i>	01.23				

## Содержание

1 Общие сведения.....	2
2 Сведения о производственной программе .....	3
2.1 Описание существующего положения.....	3
2.2 Описание принятых технологических решений .....	4
2.2.1 Краткое описание предлагаемой установки.....	4
2.2.2 Механические фильтры .....	4
2.2.3 Н-катионитные фильтры .....	6
2.2.4 Фильтры смешанного действия .....	7
2.3 Требования к организации производства.....	8
2.4 Данные о трудоемкости изготовления продукции.....	9
3 Обоснование потребности в основных видах ресурсов и материалов для технологических нужд	9
3.1 Описание мест расположения приборов учета, используемых в производственном процессе, энергетических ресурсов и устройств сбора и передачи данных от таких приборов .....	10
4 Описание источников поступления сырья и материалов.....	10
5 Описание требований к параметрам и качественным характеристикам конечного продукта .....	11
6 Обоснование показателей и характеристик принятых технологических процессов и оборудования .....	11
7 Обоснование количества и типов вспомогательного оборудования.....	13
8 Перечень мероприятий по обеспечению выполнения требований, предъявляемых к техническим устройствам, оборудованию, зданиям, строениям и сооружениям на опасных производственных объектах.....	14
9 Сведения о расчетной численности и профессионально – квалификационном составе работников.....	14
10 Перечень мероприятий, обеспечивающих соблюдение требований по охране труда.....	14
11 Система автоматизированного управления, используемая в производственном процессе	15
12 Результаты расчетов о количестве и составе вредных выбросов в атмосферу и сбросов в водные источники.....	15
13 Сведения о виде, составе и планируемом объеме отходов производства, подлежащих утилизации и захоронению .....	16
14 Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности .....	16
15 Мероприятия и проектные решения, направленные на предотвращение несанкционированного доступа на объект физических лиц, транспортных средств и грузов .....	16

Взамен инв. №						<b>0060-2022-ТХ.4-ТЧ</b>				
Подпись и дата				<i>Кулик</i>	09.23					
Инв. №подл.	Изм.	Колуч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата	Технологические решения. Текстовая часть	Стадия	Лист	Листов
	Разработ.		Куликов		<i>Кулик</i>	02.2023		П	1	16
	Н.контр.									
	ГИП		Главатских		<i>Г</i>	02.2023				

## 1 Общие сведения

Проект по реконструкции схемы утилизации сточных вод в связи с выводом из эксплуатации и рекультивацией золоотвала №2 Филиала «Верхнетагильская ГРЭС» АО «Интер РАО – Электрогенерация», расположенного по адресу Свердловская область, г. Верхний Тагил, пр. Промышленный, д.4, разработан на основании задания на выполнение проектных работ и инженерных изысканий по объекту «Реконструкция схемы утилизации сточных вод в связи с выводом из эксплуатации и рекультивацией золоотвала №2 Филиала «Верхнетагильская ГРЭС» АО «Интер РАО – Электрогенерация».

Целью проекта является разработка мероприятий по рациональному разделению, сбору, очистке и утилизации сточных вод ВТГРЭС для исключения их подачи на золоотвал №2 и предотвращения загрязнения водных объектов в процесс производственной деятельности филиала «Верхнетагильская ГРЭС» АО «Интер РАО – Электрогенерация». Для реализации данных мероприятий необходимы нижеследующие работы:

- строительство установки обезвоживания шламовых вод осветлителей ВПУ ОУ;
- строительство очистных сооружений засоленных стоков ВПУ ОУ, ДОУ, БОУ и АОУ;
- модернизация существующей автономной обессоливающей установки;
- строительство установки нейтрализации стоков химпромывок и консервации котлов;
- строительство схемы сбора и подачи стоков химпромывки котлов на проектируемую установку нейтрализации стоков химпромывки котлов;
- строительство схемы сбора и подачи регенерационных засоленных стоков ВПУ ОУ, ДОУ, БОУ и АОУ на проектируемые очистные сооружения засоленных стоков ВПУ ОУ, ДОУ, БОУ и АОУ;
- строительство схемы сбора и подачи маломинерализованных стоков на АОУ;
- строительство схемы сбора и подачи маломинерализованных сточных вод тепломеханического оборудования 5-й очереди и ПГУ-420 в баки грязного конденсата АОУ;
- строительство схемы подачи замазученных стоков с мазутного хозяйства на ОСПНС 2-й очереди;
- строительство схемы сбора и подачи стоков от дренажных насосов котлов ст.№16-18 на ОСПНС 2-й очереди;
- строительство схемы подачи стоков склада реагентов на очистные сооружения засоленных стоков.

В данном томе представлены технологические решения, касающиеся модернизации автономной обессоливающей установки.

Технологические решения, представленные в проектной документации, выполнены с учетом следующих нормативных документов:

- СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения»;

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

6	-	Зам.	-	<i>Курин</i>	09.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

0060-2022-ТХ.4-ТЧ

Лист

2

- СП 31.13330.2021 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;
- СНиП 3.05.05-84 Технологическое оборудование и технологические трубопроводы;
- СНиП 2.04.03 – 85 «Канализация. Наружные сети и сооружения»;
- СНиП 2.04.02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;
- ГОСТ 32569-2013 «Трубопроводы технологические стальные»;
- ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- ФЗ №384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;
- РД 34.37.516-91 Методические указания по очистке турбинного конденсата на блоках с прямоточными котлами;
- РД 34.37.515-93 Методические указания по очистке и контролю возвратного конденсата;

Проектная документация выполнена в соответствии с действующими законами РФ, нормами, правилами, стандартами, обеспечивающими взрывопожаробезопасность и безопасную эксплуатацию сооружений при соблюдении предусмотренных в документации мероприятий, и соответствует исходным данным и требованиям по проектированию и строительству.

Проект технологических решений выполнен в соответствии с постановлением Правительства РФ от 16 февраля 2008 года №87 о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию (с изменениями от 27 мая 2022 года), раздел 6 «Технологические решения», а также отвечает требованиям ГОСТ Р 21.101-2020 «Основные требования к проектной и рабочей документации».

Расшифровка сокращений, используемых в проектной документации:

- ВПУ ОУ – обессоливающая установка водоподготовительной установки;
- ДОУ – дообессоливающая установка;
- БОУ – блочная обессоливающая установка;
- АОУ – автономная обессоливающая установка;
- ФСД – фильтр смешанного действия;
- ФВР – фильтр выносной регенерации

## 2 Сведения о производственной программе

### 2.1 Описание существующего положения

В настоящее время на Верхнетагильской ГРЭС в работе находится автономная обессоливающая установка, состоящая из механического (предвключенного) фильтра диаметром 2000 мм (1 шт.) и фильтров смешанного действия диаметром 3000 мм (3 шт.).

АОУ предназначена для очистки конденсата БНТ блоков, конденсата греющего пара ПХОВ и мазутного хозяйства, конденсата дренажного бака и бака слива с котлов ПГУ.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

6	-	Зам.	-	<i>Курин</i>	09.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

0060-2022-ТХ.4-ТЧ

Лист

3

Очищенный конденсат поступает в бак запаса конденсата для подпитки прямоточных котлов 5-й очереди и ПГУ. Номинальная производительность АОУ составляет 150 м³/ч, фактическая максимальная производительность – 60,02 м³/ч, фактическая среднегодовая – 49,06 м³/ч.

Стадии очистки в АОУ:

- обессоливание на фильтрах смешанного действия (далее ФСД) с наружной регенерацией (серная кислота и гидроксид натрия);
- регенерация ионообменных смол в фильтрах с выносной регенерацией.

## 2.2 Описание принятых технологических решений

В связи с выводом из эксплуатации и рекультивацией золоотвала №2 (Решение о ликвидации гидротехнического сооружения золошлакоотвала №2 от 23.09.2020 №/ВТ/230920) и связанным с этим поступлением новых сточных вод на существующую АОУ предлагается модернизация автономной обессоливающей установки с целью улучшения эффективности очистки поступающих на нее стоков.

### 2.2.1 Краткое описание предлагаемой установки

Автономная обессоливающая установка (АОУ) предназначена для очистки конденсатов, дренажных вод, стоков тепломеханического оборудования, продувок котлов.

Стадии очистки на АОУ:

- Механическая очистка;
- Н-катионирование;
- Н, ОН – ионирование в фильтрах смешанного действия.

Проектом предусматривается реализация вышеизложенных стадий очистки в напорных фильтрах. Ионообменная очистка производится с регенерацией в проектируемых фильтрах выносной регенерации. Расчетная производительность АОУ – 150 м³/ч. Фактическая производительность АОУ – до 125 м³/ч.

Регенерация ионита производится в 2х вновь устанавливаемых фильтрах выносной регенерации (далее ФВР) ФР-2,6-0,6.

Сброс промывных вод осуществляется в два бак сбора стоков узла регенерации V=5 м³ (см. 0060-2022-ТХ.5).

### 2.2.2 Механические фильтры

Исходные стоки из баков грязного конденсата (БГК) подаются насосной станцией на АОУ. Перед поступлением на фильтры производится охлаждение в теплообменниках. Технологические решения по сбору и подаче стоков на АОУ приведены в 0060-2022-ТХ.5.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

						0060-2022-ТХ.4-ТЧ	Лист
6	-	Зам.	-	<i>Куря</i>	09.23		4
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Механические фильтры предназначены для удаления остаточной взвеси, железа из сточных вод. Предусматривается использование 2-х существующих фильтров смешанного действия диаметром 3,0 метра. В случае выхода в ремонт в работе будет один механический фильтр. При промывке механического фильтра автономная обессоливающая установка будет работать по двухступенчатой схеме (катионитный фильтр и ФСД). Согласно п. 3.5.3 РД 34.37.515-93 и п. 2.1 РД 34.37.516-91 Н-катионитный фильтр может выполнять одновременно функции механического и ионообменного фильтров. В качестве фильтрующей загрузки механических фильтров используется загрузка Сополимер 8.

Промывка фильтров проводится в 3 стадии: воздушное взрыхление загрузки, водная обратная промывка, сброс первого фильтрата.

При взрыхлении сжатым воздухом в фильтр подается воздух в направлении снизу вверх, за счет чего обеспечивается интенсивное взрыхление фильтрующего материала. Отвод воздуха производится в бак сбора стоков узла регенерации БОУ, АОУ по отдельному трубопроводу. При водной обратной промывке вода из коллектора конденсата собственных нужд подается на взрыхление фильтрующей загрузки снизу вверх. Обратная промывка сополимера при обезжелезивании производится со скоростью 10...13 м/ч в течение 1-3 ч (необходимый расход составляет 71...92 м<sup>3</sup>/ч). При этом расход воды составляет примерно 20 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> материала. Объем материала в фильтре – 7,07 м<sup>3</sup>, таким образом объем воды при промывке составит 141 м<sup>3</sup> (из расчета промывки в течение 2-х часов с расходом 71 м<sup>3</sup>/ч). Вода на промывку подается вновь устанавливаемыми насосами НПМФ-1,2 (рабочий и резервный) с рабочей точкой Q=80 м<sup>3</sup>/ч, H=30 м, забирающими воду из общего всасывающего коллектора насосов БЗК. Врезка напорной линии от данных насосов предусматривается в трубопровод конденсата на собственные нужды до расхода после существующей задвижки IIIK-1. Для возможности регулировки интенсивности промывки предусмотрена регулирующая трубопроводная арматура. Вода от обратной промывки фильтров отводится в баки сбора стоков узла регенерации БОУ, АОУ. Сброс первого фильтрата осуществляется из коллектора конденсата в направлении сверху вниз также с отводом в баки сбора стоков узла регенерации БОУ, АОУ объемом 5 м<sup>3</sup> (см. 0060-2022-ТХ.5).

Необходимость отключения какого-либо из фильтров на промывку оценивается автоматически по 2-м критериям:

- увеличение перепада давления на рабочем фильтре больше уставки;
- отключение по фильтроциклу (отфильтрован заданный объем воды).

Таблица 1 - Параметры механических фильтров

Показатель	Ед.изм.	Значение
Количество	шт.	2 шт. (1 рабочий, 1 на обратной промывке или в ремонте)

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

6	-	Зам.	-	<i>Кур</i>	09.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата

0060-2022-ТХ.4-ТЧ

Лист

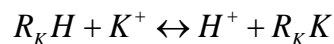
5

Показатель	Ед.изм.	Значение
Происхождение фильтра	-	Существующие (с уменьшением высоты и с заменой верхнего дренажно-распределительного устройства на «стакан в стакане»)
Расход	м <sup>3</sup> /ч	До 150
Диаметр фильтра	м	3,0
Допустимое давление на фильтр	атм.	6
Объем загрузки фильтра	м <sup>3</sup>	7,07
Наименование фильтрующей загрузки	-	Сополимер 8
Площадь фильтрации фильтра диаметром 3 м.	м <sup>2</sup>	7,07
Высота фильтров (с учетом трубопроводной обвязки)	мм	4800
Скорость фильтрации	м/ч	до 21,2

### 2.2.3 Н-катионитные фильтры

Предусматривается установка 3-х Н-катионитных фильтров (1 рабочий, 1 на промывке, 1 в ремонте). Н-катионитные фильтры загружаются сильнокислотным катионитом КУ-2-8.

В ходе работы фильтров в слоях ионообменных смол происходит обезжелезивание, умягчение воды на катионите по следующей схеме:



В этих реакциях  $R_K$  – полимерная матрица соответственно катионита;  $K^+$  – катион ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $NH_4^{1+}$  и т. д.). При работе на чистой смоле равновесие указанных реакций практически полностью смещено в сторону прямого процесса (слева направо).

При работе фильтров равновесие в реакциях постепенно смещается в сторону обратного процесса из-за насыщения смол задерживаемыми ионами. В результате смолы истощаются и со временем теряют свою способность удалять катионы. Для восстановления исходных характеристик смол предусматриваются операции по их регенерации.

Необходимость отключения какого-либо из фильтров на регенерацию оценивается автоматически по фильтроциклу (отфильтрован заданный объем воды), по перепаду давления на входе и выходе фильтра или в ручном режиме по анализу на содержание железа – при уменьшении степени обезжелезивания более чем на 35% (согласно РД 34.37.516-91).

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

6	-	Зам.	-	<i>Кур</i>	09.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

0060-2022-ТХ.4-ТЧ

Лист

6



В случае необходимости выключения какого-либо из фильтров на регенерацию в работу автоматически включается резервный фильтр.

Регенерация ионообменных смол Н-катионитных фильтров производится на проектируемых ФВР-3.1 и ФВР-3.2 (рабочий и резервный) диаметром 2,6 м.

Характеристики Н-катионитных фильтров приведены в таблице 2.

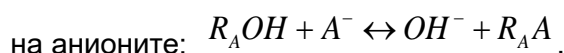
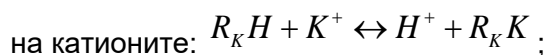
Таблица 2 - Параметры Н-катионитных фильтров

Показатель	Ед.изм.	Значение
Количество	шт.	3 шт. (1 рабочий, 1 на регенерации, 1 в ремонте)
Происхождение фильтра	-	2 шт. – суц. (с уменьшением высоты цилиндр. части до 1,8 м и заменой верхнего дренажно-распределительного устройства на «стакан в стакане»), 1 шт. – проект.
Расход	м <sup>3</sup> /ч	До 150
Диаметр фильтра	м	3,0
Допустимое давление на фильтр	атм.	6
Объем загрузки одного фильтра	м <sup>3</sup>	7,07
Наименование фильтрующей загрузки	-	КУ-2-8
Площадь фильтрации	м <sup>2</sup>	7,07
Высота фильтров (с учетом трубопроводной обвязки)	мм	4800
Скорость фильтрации	м/ч	до 21,2

#### 2.2.4 Фильтры смешанного действия

После Н-катионитных фильтров стоки под остаточным напором поступают в существующие фильтры смешанного действия.

В ходе работы фильтров в слоях ионообменных смол протекает ряд равновесных химических реакций, в результате чего происходит обессоливание воды:



Взамен инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

6	-	Зам.	-	<i>Купин</i>	09.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

0060-2022-ТХ.4-ТЧ

В этих реакциях  $R_K$ ,  $R_A$  – полимерная матрица соответственно катионита и анионита;  
 $K^+$  – катион ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$  и т. д.);  
 $A^-$  – анион кислотного остатка ( $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $SiO_3^{2-}$  и т. д.).

Регенерация ионообменных смол фильтров смешанного действия производится на проектируемых ФВР-3.1 и ФВР-3.2 при превышении одного из нижеследующих показателей в очищенной воде:

- жесткость очищенной воды более 0,5 мг-э/дм<sup>3</sup>,
- удельная электропроводимость более 0,5 мкСм/см;
- содержание кремниевой кислоты более 20 мг/ дм<sup>3</sup>;
- содержание натрия более 15 мг/ дм<sup>3</sup>.

Характеристики фильтров смешанного действия приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Параметры фильтров смешанного действия

Показатель		Ед.изм.	Значение
Количество		шт.	3 шт. (1 рабочий, 1 на регенерации, 1 в ремонте)
Происхождение фильтра		-	2 шт. – сущ. (с уменьшением высоты цилиндр. части до 1,8 м и заменой верхнего дренажно-распределительного устройства на «стакан в стакане»), 1 шт. – проект.
Расход		м <sup>3</sup> /ч	До 150
Диаметр фильтра		м	3,0
Допустимое давление на фильтр		атм.	6
Объем загрузки одного фильтра	КУ-2-8	м <sup>3</sup>	5,3
	АВ-17-8	м <sup>3</sup>	1,77
Площадь фильтрации		м <sup>2</sup>	7,07
Скорость фильтрации		м/ч	до 21,2

### 2.3 Требования к организации производства

Существующая организационная структура управления на Верхнетагильской ГРЭС является цеховой.

Руководство работой АОУ осуществляет начальник смены химического цеха Верхнетагильской ГРЭС (далее ХЦ).

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

6	-	Зам.	-	<i>Кур</i>	09.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

0060-2022-ТХ.4-ТЧ

Лист

8

Оперативное управление и эксплуатацию оборудования, обслуживание по месту основного и вспомогательного оборудования, контроль за поступлением и подачей сточных вод осуществляет персонал ХЦ.

Обслуживание установки АОУ осуществляет оперативный персонал (аппаратчики), работающий сменным методом. Продолжительность смены – 12 часов.

Сигналы от работы электроприводной арматуры, КИП передаются на проектируемый пульт управления. С удаленного рабочего места аппаратчика может производиться переключение оборудования.

Аппаратчик должен соблюдать действующие на территории предприятия требования в области охраны труда, промышленной и пожарной безопасности, инструкции по эксплуатации существующего и проектируемого оборудования.

Всё оборудование подлежит ежемесячному осмотру на предмет обнаружения неисправностей и течей.

Периодичность инструментальных обследований трубопроводов производится по существующему регламенту согласно НТД. Ремонт оборудования может выполняться как в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя, которые прописываются в паспорте/РЭ на данное оборудование/изделие/установку, так и по графику, составленному по результатам профилактических испытаний и осмотров (периодичность ремонтов может быть изменена, исходя из опыта эксплуатации, решением технического руководителя).

#### 2.4 Данные о трудоемкости изготовления продукции

Процесс фильтрации автоматизирован, для перегрузки ионита и регенерации необходимы действия по переключению ручной арматуры, осуществляемые аппаратчиком.

### 3 Обоснование потребности в основных видах ресурсов и материалов для технологических нужд

Потребляемым ресурсом на АОУ является электроэнергия, конденсат, воздух, серная кислота, гидроксид натрия.

Энергопотребляющим оборудованием являются КИП и электроприводная трубопроводная арматура.

Потребность в основных видах ресурсов и материалов для технологических нужд установки приведена в Таблице 4.

Таблица 4 - Основные виды ресурсов и материалов АОУ, потребляемых для технологических нужд

Наименование ресурса	Потребление месячное	Потребление годовое	Примечания
Электроэнергия, кВт	180	2160	

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

6	-	Зам.	-	<i>Купин</i>	09.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

0060-2022-ТХ.4-ТЧ

Воздух, м <sup>3</sup>	100	1200	
Конденсат, м <sup>3</sup>	1015	12176	
Серная кислота 92%, л	230	2760	
Гидроксид натрия 42%, л	200	2400	

### 3.1 Описание мест расположения приборов учета, используемых в производственном процессе, энергетических ресурсов и устройств сбора и передачи данных от таких приборов

Проектом предусмотрена установка контрольно-измерительных приборов:

- датчиков давления на входе и выходе каждого фильтра;
- датчиков давления после ловушек ионита;
- расходомеров на каждом фильтре;
- датчиков электропроводности на входе и выходе АОУ;
- датчиков электропроводности после каждого ФСД;
- На-метр на выходе АОУ.

Сбор данных от вышеизложенных приборов производится на локальный щит управления установкой.

## 4 Описание источников поступления сырья и материалов

Исходной водой для АОУ являются конденсаты мазутного хозяйства, подогрева исходной воды, стоки при опорожнении оборудования, очищенные на установке нейтрализации стоков химпромывок и консерваций котлов стоки гидравлических испытаний и консерваций тепломеханического оборудования, сточные воды, образующиеся при отмывке конденсатного тракта и растопке котлов, продувки котлов. Усредненный состав стоков приведен в таблице 5.

Перечень реагентов:

- серная кислота техническая 1-й сорт по ГОСТ 2184-2013. Годовое потребление 2760 л;
- гидроксид натрия марка РР по ГОСТ Р 55064-2012. Годовое потребление 2400 л.

Таблица 5 - Состав исходных стоков

№	Показатель	Ед. изм.	Значение
1	Железо	мг/дм <sup>3</sup>	1,0
2	Жёсткость общая	мг-экв/дм <sup>3</sup>	0,13
3	Кремниевая кислота	мг/дм <sup>3</sup>	0,17
4	Аммоний	мг/дм <sup>3</sup>	0,3
5	Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	1,23
6	Фосфаты	мг/дм <sup>3</sup>	0,12
7	Электропроводность	мкСм/см	10

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

6	-	Зам.	-	<i>Кур</i>	09.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

0060-2022-ТХ.4-ТЧ

Лист

10

## 5 Описание требований к параметрам и качественным характеристикам конечного продукта

Качество очищенных стоков после АОУ удовлетворяет нормам ПТЭ, представленным в таблице 6.

Таблица 6 - Состав очищенных стоков

№	Показатель	Ед. изм.	Значение
1	Жёсткость общая, не более	мкг-эquiv/дм <sup>3</sup>	0,5
2	Железо, не более	мкг/дм <sup>3</sup>	20
3	Удельная электропроводимость, не более	мкСм/см	0,5
4	Кремниевая кислота, не более	мкг/дм <sup>3</sup>	20
5	Натрий, не более	мкг/дм <sup>3</sup>	15

## 6 Обоснование показателей и характеристик принятых технологических процессов и оборудования

### Обоснование принятых технологических процессов и оборудования:

Технологические процессы и основное оборудование приняты на основании РД 34.37.516-91 и РД 34.37.515-93.

### Расчет механических фильтров:

При скорости фильтрации ( $V_{\phi}$ ) равной 21,2 м/ч и производительности ( $Q$ ) равной 150 м<sup>3</sup>/ч площадь механических фильтров ( $F_{\text{мех}}$ ) будет составлять:

$$F_{\text{мех}} = \frac{Q}{V_{\phi}} = \frac{150}{21,2} = 7,07 \text{ м}^2$$

Принимаем к установке фильтр диаметром 3 метра (площадь фильтрации 7,07 м<sup>2</sup>) – 2 шт. (1 рабочий, 1 резервный).

### Расчет Н-катионитного фильтра:

При скорости фильтрации ( $V_{\phi}$ ) равной 21,2 м/ч и производительности ( $Q$ ) равной 150 м<sup>3</sup>/ч площадь катионитных фильтров ( $F_{\text{к}}$ ) будет составлять:

$$F_{\text{к}} = \frac{Q}{V_{\phi}} = \frac{150}{21,2} = 7,07 \text{ м}^2$$

Принимаем фильтры диаметром 3 метра – 3 шт. (1 рабочий, 1 резервный, 1 в ремонте).

Фильтроцикл Н-катионитного фильтра определяется по формуле:

$$T_{\text{фн}} = \frac{E_{\text{раб.}}^{\text{H}} \times V}{Q \times (C_{\text{Fe исх}} - C_{\text{Fe кон}})} = \frac{500 \times 7,07}{150 \times (0,02 - 0,001)} = 1240 \text{ ч (51 день)}$$

где  $E_{\text{раб.}}^{\text{H}}$  – рабочая обменная емкость катионита, принимаем 500 г-эquiv/м<sup>3</sup>;

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

6	-	Зам.	-	<i>Кур</i>	09.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

0060-2022-ТХ.4-ТЧ

Лист

11

V – объем ионообменной смолы, при высоте загрузки 1,0 м принимаем 7,07 м<sup>3</sup>;

Q – производительность установки, принимаем 150 м<sup>3</sup>/ч;

C<sub>Feисх</sub> – концентрация железа в исходных стоках, г-экв/м<sup>3</sup>;

C<sub>Feкон</sub> – концентрация железа в очищенных стоках, г-экв/м<sup>3</sup>.

#### Расчет фильтра смешанного действия:

При скорости фильтрации (V<sub>ф</sub>) равной 21,2 м/ч и производительности (Q) равной 150 м<sup>3</sup>/ч площадь фильтров смешанного действия (F<sub>фсд</sub>) будет составлять:

$$F_k = \frac{Q}{V_{\phi}} = \frac{150}{21,2} = 7,07 \text{ м}^2$$

Принимаем фильтры диаметром 3 метра – 3 шт. (1 рабочий, 1 резервный, 1 в ремонте).  
Фильтроцикл фильтра смешанного действия по катионам определяется по формуле:

$$T_{\text{фсд}} = \frac{E_{\text{раб.}}^{\text{Нфсд}} \times V}{Q \times (C_{\text{Кат. исх}} - C_{\text{Кат. кон}})} = \frac{500 \times 5,3}{150 \times (0,018 - 0)} = 981 \text{ ч (40 дней)}$$

где E<sub>раб.</sub><sup>Нфсд</sup> – рабочая обменная емкость катионита, принимаем 500 г-экв/м<sup>3</sup>;

V – объем ионообменной смолы, при высоте загрузки 0,75 м принимаем 5,3 м<sup>3</sup>;

Q – производительность установки, принимаем 150 м<sup>3</sup>/ч;

C<sub>Кат. исх</sub> – концентрация суммы катионов железа, аммония, кальция в исходных стоках, г-экв/м<sup>3</sup>;

C<sub>Кат. кон</sub> – концентрация суммы катионов железа, аммония, кальция в очищенных стоках, г-экв/м<sup>3</sup>.

Фильтроцикл фильтра смешанного действия по анионам определяется по формуле:

$$T_{\text{фсд}} = \frac{E_{\text{раб.}}^{\text{ОНфсд}} \times V}{Q \times (C_{\text{Ан.исх}} - C_{\text{Ан.кон}})} = \frac{350 \times 1,77}{150 \times (0,0042 - 0)} = 980 \text{ ч (40 дней)}$$

где E<sub>раб.</sub><sup>ОНфсд</sup> – рабочая обменная емкость анионита, принимаем 350 г-экв/м<sup>3</sup>;

V – объем ионообменной смолы, при высоте загрузки 0,25 м принимаем 1,8 м<sup>3</sup>;

Q – производительность установки, принимаем 150 м<sup>3</sup>/ч;

C<sub>Ан. исх</sub> – концентрация суммы анионов кремниевой кислоты, фосфатов в исходных стоках, г-экв/м<sup>3</sup>;

C<sub>Ан. кон</sub> – концентрация суммы анионов кремниевой кислоты, фосфатов в очищенных стоках, г-экв/м<sup>3</sup>.

Фильтроцикл ФСД составит 40 дней.

Перекачиваемая рабочая среда не относится к агрессивным жидкостям, трубопроводная обвязка выполняется из углеродистой стали. Группа и категория трубопровода приведена в таб-

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

6	-	Зам.	-	<i>Кур</i>	09.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

0060-2022-ТХ.4-ТЧ

лице 7. Назначенный срок службы стальных трубопроводов – 20 лет. Назначенный срок эксплуатации трубопроводов по результатам ревизии может быть пересмотрен в сторону его уменьшения или увеличения.

Технологические трубопроводы запроектированы согласно СП 75.13330.2011 (СНиП 3.05.05-84) «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы».

Таблица 7 - Основные характеристики технологических трубопроводов

Обозначение	Наименование транспортируемого продукта	Группа и категория трубопровода	Рабочие параметры трубопровода		Испытание трубопровода	Давление испытания, МПа	Доп. указания
			Температура, Т°С	Давление, МПа			
1	Исходные стоки	B-V	5...45	1,0	Гидравлическое: Прочность Плотность	1,25, 1,0	Контроль качества соединений, операционный контроль
2	Промывные воды	B-V	5...45	1,0	Гидравлическое: Прочность Плотность	1,25, 1,0	
3	Конденсат	B-V	5...45	1,0	Гидравлическое: Прочность Плотность	1,25, 1,0	
4	Воздух	B-V	5...25	1,0	Гидравлическое: Прочность Плотность	1,25, 1,0	
5	Очищенные стоки	B-V	5...45	1,0	Гидравлическое: Прочность Плотность	1,25, 1,0	
6	Стоки обратных промывок механических фильтров АОУ	B-V	5...45	1,0	Гидравлическое: Прочность Плотность	1,25, 1,0	

## 7 Обоснование количества и типов вспомогательного оборудования

Установка дополнительного оборудования в существующем здании не требуется.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

6	-	Зам.	-	<i>Купа</i>	09.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

0060-2022-ТХ.4-ТЧ

Лист

13

## 8 Перечень мероприятий по обеспечению выполнения требований, предъявляемых к техническим устройствам, оборудованию, зданиям, строениям и сооружениям на опасных производственных объектах

Проектируемая автономная обессоливающая установка не относится к химически опасным производственным объектам.

## 9 Сведения о расчетной численности и профессионально – квалификационном составе работников

Режим работы АОУ - полуавтоматический. Для эксплуатации автономной обессоливающей установки требуется аппаратчик химводоочистки 5-ого разряда.

## 10 Перечень мероприятий, обеспечивающих соблюдение требований по охране труда

Обслуживающий персонал должен соблюдать действующие на территории предприятия требования в области охраны труда, промышленной и пожарной безопасности.

Санузлы расположены в существующем здании.

Проектная документация выполнена в соответствии с действующими строительными нормами и правилами (СНиП), санитарными нормами проектирования тепловых электрических станций и сетей, санитарными правилами по организации технологических процессов и санитарно-гигиеническими требованиями к производственному оборудованию, правилами пожарной безопасности для энергетических предприятий, противопожарными нормами строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест, правилами Ростехнадзора, требованиями системы стандартов безопасности труда, правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей.

Оборудование и трубопроводы выбраны из условий обеспечения прочностных характеристик при эксплуатационных параметрах.

Производственный персонал обеспечивается специальной одеждой, санитарно-бытовыми устройствами в соответствии с действующими нормами.

Для минимизации аварийных ситуаций трубопроводы окрашиваются в опознавательный цвет, устанавливаются предупреждающие знаки и маркировочные щитки в соответствии с ГОСТ 14202-69 «Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки»;

Устройство тепловой автоматики, теплотехнических измерений выполнены в соответствии Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, утв. Приказ Минэнерго России от 04.10.2022 N 1070.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

6	-	Зам.	-	<i>Куря</i>	09.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

0060-2022-ТХ.4-ТЧ

Лист

14



## 11 Система автоматизированного управления, используемая в производственном процессе

Разделом автоматизации технологического оборудования предусмотрены полевые КИП, обеспечивающие безаварийную работу проектируемого технологического оборудования. А также кроссовые клеммные шкафы для подключения многожильных кабелей для передачи сигналов в систему АСУ ТП.

Расширения лицензий программного обеспечения для проектирования, конфигурирования и поддержки системы управления на базе существующего комплекса технических средств уточняется заказчиком.

Устанавливаются локальные системы автоматического управления (САУ) с установкой отдельного рабочего места на щите управления. Локальные системы укомплектованы оборудованием, источниками гарантированного питания, программным обеспечением, графической САПР и лицензиями для реализации подключения по протоколу OPC UA к АСУТП электростанции.

Локальный силовой шкаф управления, обеспечивающий работу оборудования в местном режиме, устанавливается в непосредственной близости от проектируемого оборудования. Силовой шкаф управления обеспечивает управление проектируемым электрооборудованием в режиме «Дистанционное».

## 12 Результаты расчетов о количестве и составе вредных выбросов в атмосферу и сбросов в водные источники

Очищенные стоки используются для подпитки котлов высокого давления. Сбросы в водные источники и выбросы в атмосферу отсутствуют. В процессе эксплуатации АОУ образуются сточные воды, подлежащие утилизации на очистных сооружениях засоленных стоков. Технологические решения по сбору стоков представлены в 0060-2022-ТХ.5, технологические решения по утилизации стоков представлены в 0060-2022-ТХ.3.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

						0060-2022-ТХ.4-ТЧ	Лист
6	-	Зам.	-	<i>Кузнецов</i>	09.23		15
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата		

### 13 Сведения о виде, составе и планируемом объеме отходов производства, подлежащих утилизации и захоронению

В процессе эксплуатации АОУ образуются отходы, представленные в таблице 8.

Таблица 8 – Сведения о виде, составе и планируемом объеме отходов

Наименование отходов	Место образования	Код ФККО	Класс опасности	Количество отходов	Способ удаления, складирования, место утилизации
Фильтрующая загрузка сополимер-8	Фильтры механические	71021101205	V	14,14 м <sup>3</sup>	Утилизация на полигон ТБО
Фильтрующая загрузка катионит КУ-2-8	Н-катионитные фильтры, фильтры смешанного действия	71021101205	V	24,74 м <sup>3</sup>	
Фильтрующая загрузка анионит АВ-17-8	Фильтры смешанного действия	71021101205	V	3,54 м <sup>3</sup>	

Количество отходов указано при замене смолы в 2х фильтрах раз в 5 лет.

### 14 Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности

Для обеспечения энергетической эффективности в разработанной технологической схеме АОУ предусмотрены установка датчиков давления, расходомеров.

### 15 Мероприятия и проектные решения, направленные на предотвращение несанкционированного доступа на объект физических лиц, транспортных средств и грузов

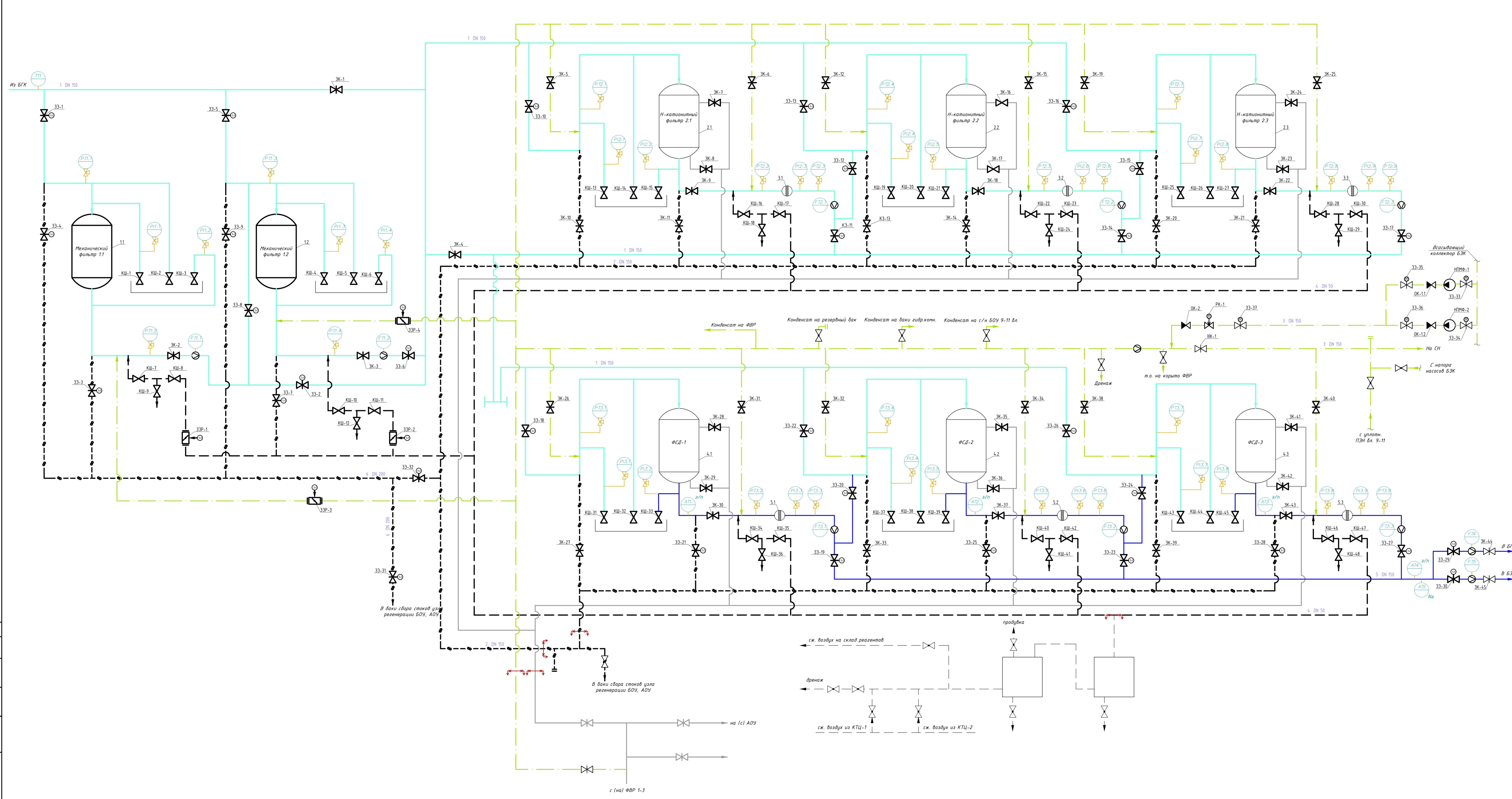
На территории станции, как на существующем предприятии, разработаны мероприятия и решения, направленные на предотвращение несанкционированного доступа на объект физических лиц, транспортных средств и грузов.

Станция оборудована комплексом инженерно-технических средств охраны. Территория станции огорожена, доступ автотранспорта осуществляется с досмотром и в сопровождении сотрудников охраны после проверки документов и предъявления разрешения на въезд на территорию. Доступ сотрудников и посетителей осуществляется под контролем сотрудников охраны в пропускном режиме. Посетители проходят проверку документов и вещей. Со всеми сотрудниками подрядных организаций и вновь принимаемыми работниками на Верхнетагильскую ГРЭС до предоставления им права доступа на территорию Верхнетагильской ГРЭС проводятся вводные инструктажи. Дополнительные мероприятия разрабатывать не требуется.

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

6	-	Зам.	-	<i>Кур</i>	09.23
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

0060-2022-ТХ.4-ТЧ



Экспликация оборудования

Поз.	Наименование	Кол.	Характеристика	Примечание
1.1	Механический фильтр	1	Диаметр 2000 мм, давление рабочее 0,6 МПа	
1.2	Механический фильтр	1	Диаметр 2000 мм, давление рабочее 0,6 МПа	
2.1, 2.2, 2.3	H-катионитный фильтр	3	Диаметр 3000 мм, давление рабочее 0,6 МПа	
3.1, 3.2, 3.3	Фильтр-ловушка	3		
4.1, 4.2, 4.3	Фильтр ступенчатого действия	3	Диаметр 3000 мм, давление рабочее 0,6 МПа	
5.1, 5.2, 5.3	Фильтр-ловушка	3		
НПМФ-1,2	Насос промывки механических фильтров	2	Q=80 м³/ч, H=30 м	

Условные обозначения

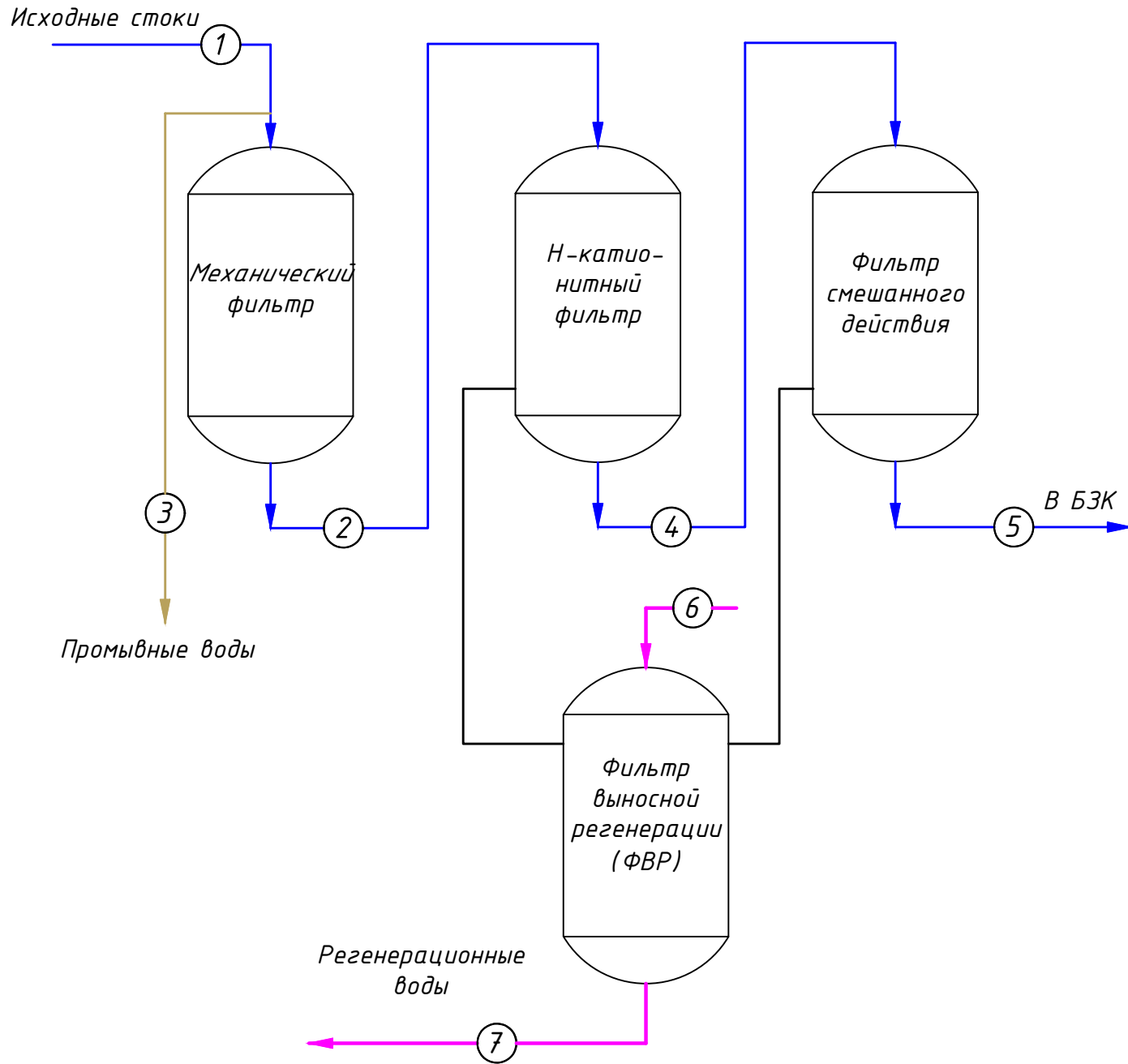
- Направление потока
- Трубопровод исходных стоков
- Трубопровод ввода проточной воды
- Трубопровод конденсата на собственные нужды
- Трубопровод воздуха
- Трубопровод очищенного конденсата
- Водозажимная рукоятка / с электроприводом
- Раскаиватель
- Затвор регулирующий с электроприводом
- Обратный клапан
- Клапан регулирующий с эл. приводом
- Насос
- PI 1.2, PI 1.3, PI 2.1, PI 2.2, PI 2.3, PI 2.4, PI 2.5, PI 2.6, PI 2.7, PI 2.8, PI 2.9, PI 2.10, PI 2.11, PI 2.12, PI 2.13, PI 2.14, PI 2.15, PI 2.16, PI 2.17, PI 2.18, PI 2.19, PI 2.20, PI 2.21, PI 2.22, PI 2.23, PI 2.24, PI 2.25, PI 2.26, PI 2.27, PI 2.28, PI 2.29, PI 2.30, PI 2.31, PI 2.32, PI 2.33, PI 2.34, PI 2.35, PI 2.36, PI 2.37, PI 2.38, PI 2.39, PI 2.40, PI 2.41, PI 2.42, PI 2.43, PI 2.44, PI 2.45, PI 2.46, PI 2.47, PI 2.48, PI 2.49, PI 2.50
- Манометр
- Раскаиватель
- Датчик электропроводности
- Датчик электропроводности
- На-метр
- Датчик температуры
- Обозначение арматуры
- Номинальный диаметр трубопровода
- Граница проектирования

Экспликация трубопроводов

1	Трубопровод исходных стоков
2	Трубопровод проточной воды
3	Трубопровод конденсата
4	Трубопровод воздуха
5	Трубопровод очищенных стоков
6	Трубопровод стоков обратных промывок механических фильтров АДУ

Имя, И.Ф. Отд. №, Дата, Взам. №, Лист


0060-2022-ТХ.4				
5	Зам.	08.2023	Верхнеталовская ГРЭС, Свердловская область, г. Верхний Тагил "Реконструкция схемы утилизации сточных вод в связи с выводом из эксплуатации и реконструкцией золошлака №2 Фигалога "Верхнеталовская ГРЭС" АО Итера РАО-Электростанция"	
Изм.	Контр.	Лист	№ док.	Дата
Разработ.	Куликов	02.2023	Автономная образовательная организация	
Проверил			Составил	Лист
Н.контр.			п	1
ГИП	Гладких	02.2023	Технологическая схема	

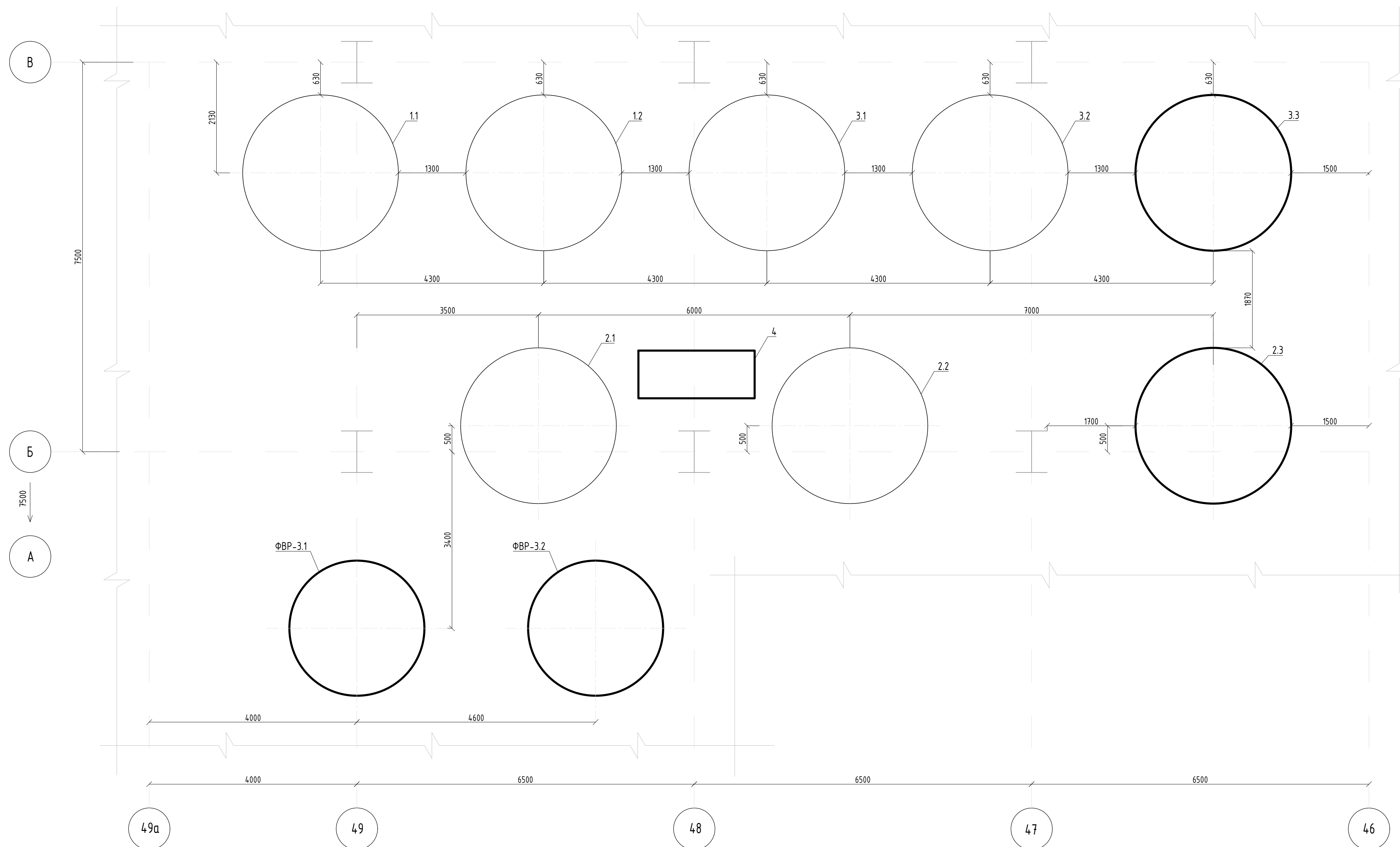


Номер потока		1	2	3	4	5	6	7
Наименование потока		Исходные стоки	Вода после механических фильтров/Исходные стоки H-катионитового	Промывные воды механических фильтров	Вода после H-катионитных фильтров/Исходная вода фильтров смешанного действия	Вода после фильтров смешанного действия	Конденсат для регенерации фильтров	Усредненные регенерационные и отмытые воды H-катионитных фильтров и ФВД
Q год	т/год	1095000	1094348	652	1094348	1083048	11300	11300
Q час	т/ч	125,00	124,9	0,1	124,9	123,6	1,29	1,29
Fe общ.	мг/дм <sup>3</sup>	0,19	0,14	84,1	0,042	0,0	0,0	13,56
Жесткость	мг-экв/дм <sup>3</sup>	0,13	0,13	-	0,13	0,00	0,0	12,40
Кремн. к-та	мг/дм <sup>3</sup>	0,17	0,17	0,02	0,02	0,00	0,00	1,94
Натрий	мг/дм <sup>3</sup>	-	-	0,015	-	0,015	0,015	0,015
Аммоний	мг/дм <sup>3</sup>	0,30	0,30	-	0,30	-	-	29,05
Фосфаты	мг/дм <sup>3</sup>	0,12	0,12	-	0,12	-	-	11,62

Согласовано			
Взам. инв. №			
Подп. и дата			
Инв. № подл.			

2	-	Изм.	-	<i>Куликов</i>	04.23
1	-	Изм.	-	<i>Куликов</i>	03.23
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Куликов		<i>Куликов</i>	02.2023
Проверил					
Н.контр.					
ГИП		Главатских		<i>Главатских</i>	02.2023

0060-2022-ТХ.4					
Верхнетазгильская ГРЭС, Свердловская область, г. Верхний Тагил "Реконструкция схемы утилизации сточных вод в связи с выводом из эксплуатации и рекультивацией золоотвала №2 Филиала "Верхнетазгильская ГРЭС" АО Интер РАО-Электрогенерация"					
Автономная обессоливающая установка				Стадия	Лист
				П	2
Балансовая схема					

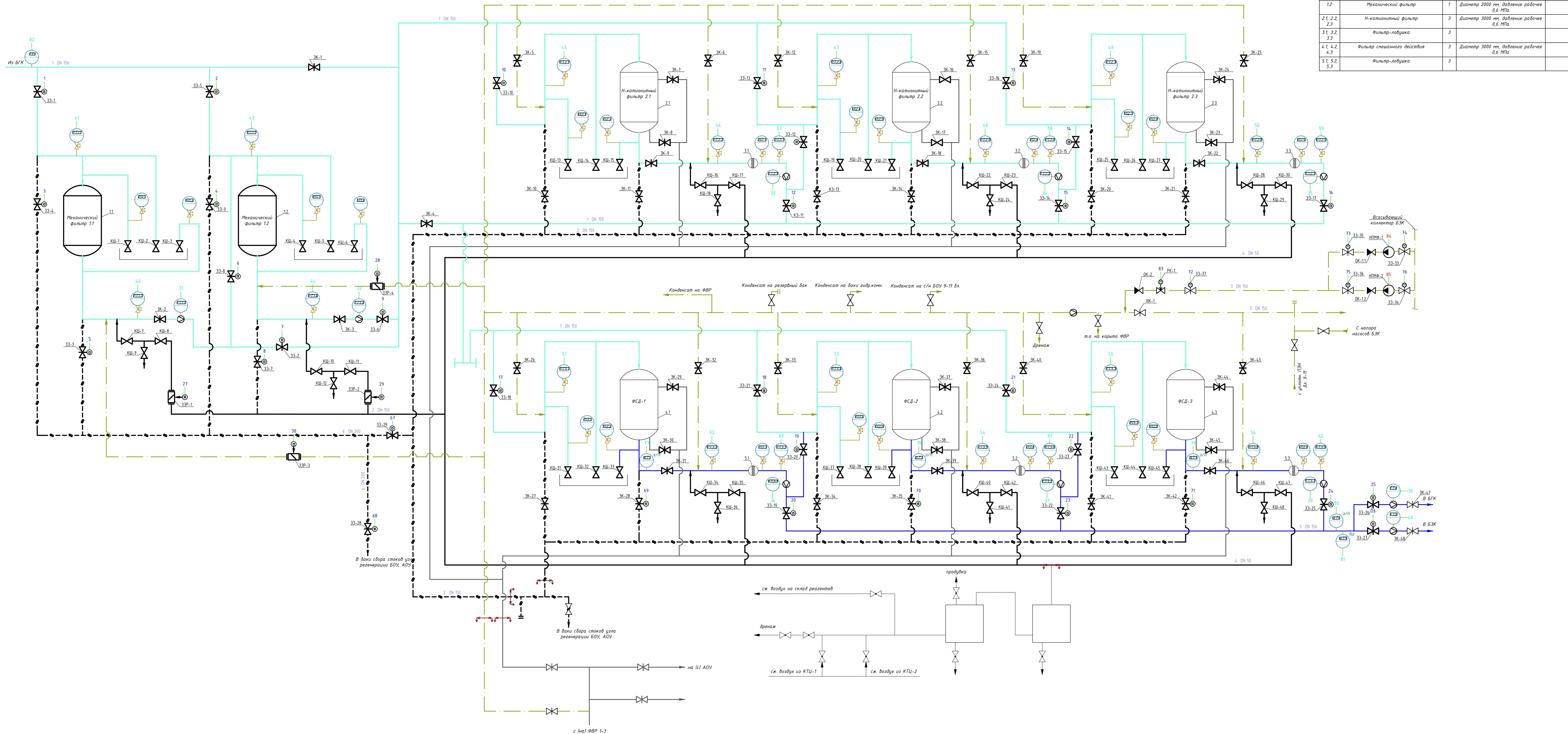


Экспликация оборудования				
Поз.	Наименование	Кол.	Характеристика	Примечание
1.1, 1.2	Механический фильтр	2	Диаметр = 3000 мм, давление рабочее = 0,6 МПа	сущ.
2.1, 2.2, 2.3	И-катионитный фильтр	3	Диаметр = 3000 мм, давление рабочее = 0,6 МПа	2 шт.-сущ., 1 шт. - проект.
3.1, 3.2, 3.3	Фильтр смешанного действия	3	Диаметр = 3000 мм, давление рабочее = 0,6 МПа	2 шт.-сущ., 1 шт. - проект.
ФВР-3.1, ФВР-3.2	Фильтр выносной регенерации	2	Диаметр = 260 мм, давление рабочее = 0,6 МПа	проект.
4	Щит управления	1		проект.

Предусмотрено уменьшение высоты цилиндрической части с 3,1 м до 1,8 м существующих фильтров поз. 1.1, 1.2, 2.2, 3.1. Новью устанавливаемые фильтры 2.3, 3.3, ФВР-3.1 и ФВР-3.2 имеют высоту цилиндрической части 1,8 м.

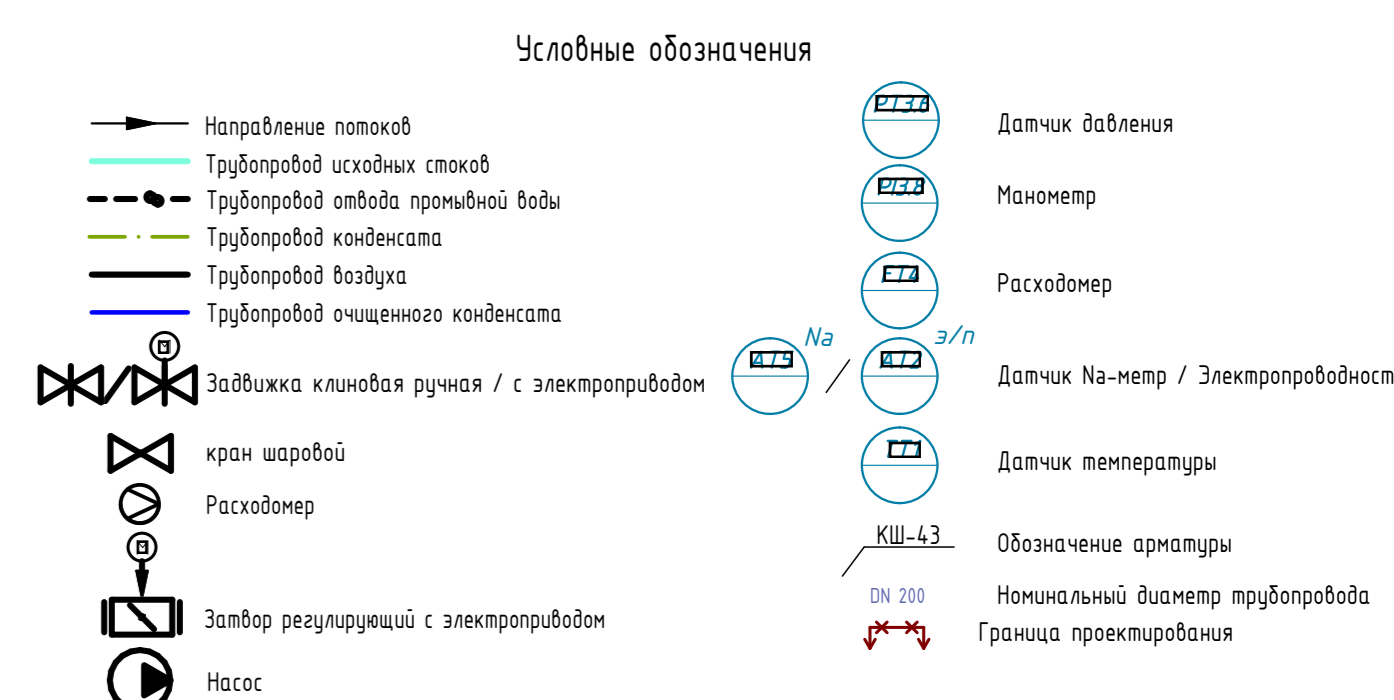
						0060-2022-ТХ.4		
5	-	Зам.	-	<i>Куликов</i>	08.23	Верхнеталицкая ГРЭС, Свердловская область, г. Верхний Тагил "Реконструкция схемы утилизации сточных вод в связи с выводом из эксплуатации и реконструкцией золоопвала №2 Филиала "Верхнеталицкая ГРЭС" АО Интер РАО-Электрогенерация"		
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Разработ.	Куликов			<i>Куликов</i>	02.2023	Автономная обессоливающая установка		
Проверил						Стация	Лист	Листов
						п	3	
Н.контр.						План расположения оборудования в КТЦ на отметке 0.000. М 1:50		
ГИП	Главатских			<i>Главатских</i>	02.2023			

Поз.	Наименование	Кол.	Характеристика	Примечание
1.1	Механический фильтр	1	Диаметр 3000 мм, давление рабочее 0,6 МПа	
1.2	Механический фильтр	1	Диаметр 2000 мм, давление рабочее 0,6 МПа	
2.1, 2.2, 2.3	И-катионитный фильтр	3	Диаметр 3000 мм, давление рабочее 0,6 МПа	
3.1, 3.2, 3.3	Фильтр-ловушка	3	Диаметр 3000 мм, давление рабочее 0,6 МПа	
4.1, 4.2, 4.3	Фильтр ственного действия	3	Диаметр 3000 мм, давление рабочее 0,6 МПа	
5.1, 5.2, 5.3	Фильтр-ловушка	3	Диаметр 3000 мм, давление рабочее 0,6 МПа	



Экспликация трубопроводов

1	Трубопровод очистных сточных вод
2	Трубопровод проточной воды
3	Трубопровод конденсата
4	Трубопровод воздуха
5	Трубопровод очищенных сточных вод
6	Трубопровод сточной воды от механических фильтров АУ



Код	Наименование	Материал	Диаметр	Длина	Вес
1.36	Заборники	Ст 3	40	100	0,1
61, 76	Регуляторы	Ст 3	50	150	0,2
27, 30	Вентили	Ст 3	40	100	0,1
83	Манометры	Ст 3	50	150	0,2
31, 40	Манометры	Ст 3	40	100	0,1
41, 62	Манометры	Ст 3	50	150	0,2
77, 81	Манометры	Ст 3	40	100	0,1
82	Манометры	Ст 3	50	150	0,2
84, 85	Манометры	Ст 3	40	100	0,1

0060-2022-ТХ.4

Исполнитель	И.И.И.	Проверен	П.П.П.	Дата	05.2022
Разработчик	С.С.С.	Проверен	В.В.В.	Дата	05.2022
Проектировщик	Т.Т.Т.	Проверен	К.К.К.	Дата	05.2022

Функциональная схема автоматизации