



## ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



### Производственная программа

ООО "ТЕТРА" С-Петербург, (812) 331-90-90, [prom-emkosti.ru](http://prom-emkosti.ru), e-mail: [TETRA@pp-pnd.ru](mailto:TETRA@pp-pnd.ru)

Редакция июнь 2024

<b>1. Гальваническое оборудование</b> .....	2
1.1 Гальванические ванны .....	3
1.2 Гальванические линии .....	5
1.3 Комплексная модернизация гальванических участков и цехов .....	7
<b>2. Химстойкие вентиляторы и воздуховоды</b> .....	11
<b>3. Газоочистка</b>	
3.1 Скрубберы .....	12
3.2 ФВГ-Фильтры .....	13
<b>4. Водоочистка. Флотаторы</b> .....	14
<b>5. Сертификат</b> .....	15
<b>6. Опросные листы</b> .....	16

Компания «ТЕТРА» — предприятие полного цикла по производству современного технологического оборудования для нанесения гальванических покрытий.

Коллектив компании имеет многолетний опыт работы в области гальванического и инженерно-экологического оборудования. У нас работают специалисты, обладающие глубокими профессиональными знаниями и навыками, необходимыми для реализации проектов любой сложности.



**Изделия производятся согласно ТУ 28.49.12-001-28354047-2023**

## Мы проектируем, разрабатываем и производим:

- Гальванические ванны и линии (ручные, механизированные, автоматические) для всех основных процессов
- Вспомогательное оборудование
- Очистные сооружения
- Системы водоподготовки
- Системы очистки воздуха
- Системы вытяжной вентиляции

## Компетенции, ресурсы и опыт:

- изготовление оборудования из термопластов с 2012 года
- оборудование и сотрудники имеют удостоверения НАКС
- собственная производственная база
- конструкторский отдел
- технологи и проектировщики в штате компании

## Осуществляем работы:

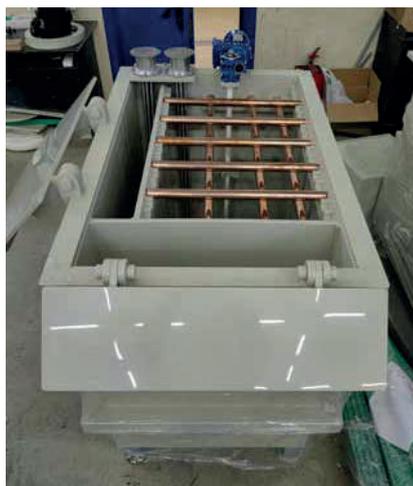
- монтаж
- шеф-монтаж
- пусконаладка



**ПРОДУКЦИЯ СЕРТИФИЦИРОВАНА ТР ТС 010/2011 ПО СХЕМЕ 5Д (для ОПО)**

Компания «ТЕТРА» производит полную линейку ванн из полипропилена, полиэтилена, ПВХ, ПВДФ для гальванических производств промышленных предприятий.

Ванны являются одним из основных видов оборудования гальванических цехов и участков. В них содержатся рабочие растворы и электролиты, в которых проводятся химические и электрохимические процессы по подготовке поверхностей деталей, непосредственное нанесение покрытий, а также операции по заключительной обработке деталей после получения покрытий.



### Основные виды ванн, изготавливаемые на нашем предприятии:

#### ВАННЫ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ:

- Ванна электрохимического обезжиривания
- Ванна химического обезжиривания
- Ванна одновременного обезжиривания и травления
- Ванна травления
- Ванна активации
- Ванна электрохимического полирования

#### ВАННЫ ПОЛУЧЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ, ХИМИЧЕСКИХ И АНОДНО-ОКИСНЫХ ПОКРЫТИЙ:

- Ванна цинкования
- Ванна кадмирования
- Ванна оловянирования
- Ванна свинцевания
- Ванна меднения
- Ванна никелирования
- Ванна хромирования
- Ванна золочения
- Ванна серебрения
- Ванна палладирования
- Ванны для получения покрытий сплавами
- Ванна фосфатирования
- Ванна химического оксидирования
- Ванна анодирования

#### ВАННЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОКРЫТИЙ:

- Ванна пассивации
- Ванна наполнения и пропитки
- Ванна хроматирования
- Ванна сушки

#### ВАННЫ ПРОМЫВКИ:

- Ванна холодной промывки
- Ванна горячей промывки
- Ванна (двух- и более) каскадных промывок
- Ванна улавливания

## 1.1 ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ВАННЫ

**Гальванические ванны нашего производства отвечают всем предъявляемым стандартным требованиям:**

- Герметичность
- Химическая инертность материала ванны к содержащемуся в ней раствору или электролиту
- Возможность создания и поддержания заданного температурного режима
- Удобство и безопасность обслуживания

Компанией «ТЕТРА» также разработан конструктив ванны в виде отдельно стоящей установки (модуля) для нанесения гальванических покрытий с интегрированной вытяжкой, водо- и электроснабжением. Данная установка оснащена всем необходимым оборудованием: ваннами улавливания, ваннами промывки и подготовки, узлами токоподачи, щитом управления.

Гальванические ванны нашего производства, в зависимости от процесса обработки, могут комплектоваться следующими узлами согласно перечню:

- Автоматическая система нагрева/охлаждения и поддержания температуры раствора
- Токоведущие штанги с держателями (возможна опция регулирования межанодного/межкатодного расстояния)
- Датчики уровня, температуры, pH
- Дозировочные насосы
- Система перемешивания раствора (барботаж, эжекторная система)
- Механизм качания или встряхивания штанги
- Устройство фильтрации (периодическая или непрерывная)
- Выпрямительный агрегат
- Ручные или автоматические крышки
- Бортовой отсос с шибером для регулировки расхода удаляемого воздуха
- Любое другое, заявленное в требованиях к технологическому процессу, оборудование



Компания «ТЕТРА» занимается разработкой, изготовлением и монтажом гальванических линий, которые отвечают всем современным требованиям производственного процесса получения покрытий и позволяют выпускать продукцию высокого качества.

### Мы производим следующие виды линий:

- Линии ручного обслуживания
- Линии механизированные
- Линии автоматические

Потребителям мы готовы предложить гальванические линии с различной степенью автоматизации и комплектации, предназначенные для нанесения всех типов гальванических, химических покрытий, операций подготовки поверхности, а также комбинированных многопроцессных покрытий.



Линии нашей разработки имеют модульную конструкцию, что позволяет увеличить или уменьшить набор ванн в зависимости от требований заказчика.

### Гальванические линии комплектуются всем необходимым современным оборудованием таким как:

- Источники питания ванн
- Щиты управления технологическим процессом
- Фильтровальные установки (непрерывного или периодического действия)
- Системы нагрева и/или охлаждения с автоматическим управлением
- Сушильное оборудование (системы сушки сжатым воздухом, столы сушильные, шкафы сушильные, центрифуги)

## 1.2 ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЛИНИИ

- Различные ёмкости для составления, хранения, транспортировки и корректировки растворов и электролитов
- Системы подачи реагентов и воды
- Датчики уровня, pH, температуры и электропроводности
- Столы монтажные, стеллажи и шкафы хранения
- Насосы для перекачки растворов и электролитов
- Трапы обслуживания
- Приспособления и оснастка
- Оборудование водоподготовки
- Оборудование станций нейтрализации гальванических стоков
- Системы местной вытяжной вентиляции и очистки удаляемого воздуха



Одно из направлений деятельности ООО «ТЕТРА» – выполнение комплекса работ по реконструкции и переоснащению гальванических линий и участков.



В последние годы российское машиностроение выходит на новый технологический уровень и развивается ускоренными темпами. Открываются новые предприятия и активно модернизируется существующие заводы, цеха, участки. Основная цель этой большой работы – выпуск продукции на принципиально более высоких уровнях качества и производительности. Вызовы нашего времени требуют от предприятий существенной интенсификации деятельности за счет применения современного оборудования и максимально оптимизированных технологических процессов.

Нанесение гальванических покрытий, как одна из базовых стадий обработки заготовок изделий, происходит практически на всех машиностроительных предприятиях России. К сожалению, цеха и участки электрохимической обработки поверхностей многих отечественных заводов не отвечают современным требованиям. Одной из главных проблем является применение устаревшего оборудования и технологий.

Как результат: техпроцесс и производительность уже не могут удовлетворять новым требованиям. В связи с этим возникает вопрос о необходимости модернизации или реконструкции имеющихся гальванических цехов, линий и участков.

Повышение технического уровня оснащения цехов нанесения гальванических покрытий, улучшение условий труда рабочих, снижение трудоемкости представляют собой важную социально-экономическую задачу. Поэтому модернизация оборудования гальванических участков становится необходимым условием обеспечения роста эффективности производства, качества продукции и конкурентоспособности предприятия.

С учетом имеющегося практического опыта и знания «болевых точек» предприятий, специалисты ООО «ТЕТРА» работают по 3 основным направлениям модернизации гальванических производств:

## 1.3 КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ

### 1. Замена ванн, линий и установок.

На предприятиях эксплуатируются старые гальванические ванны, выполненные из стали, в некоторых случаях с пластикатной футеровкой или гуммированием. Проблема таких ванн – отслоение или разрушение защитного слоя. Это приводит к уменьшению полезного объема ванны и активной коррозии металлического корпуса с попаданием коррозионных частиц в рабочую среду. Итог этого процесса – полный выход оборудования из строя.

Компания «ТЕТРА» производит полную линейку промышленных гальванических ванн и линий для всех основных типов гальванических покрытий и их последующей обработки. Наше оборудование изготовлено из современных химстойких термопластов (Полипропилен, Поливинилхлорид, Полиэтилен, Фторопласт (PVDF) или нержавеющей стали. Материал подбирается в зависимости от химического состава электролита (рабочего раствора) и температурного режима. Применение современных материалов и технологических решений гарантирует длительную работоспособность оборудования и значительно снижает эксплуатационные издержки.

### 2. Модернизация системы вентиляции и аспирации

На большинстве предприятий до сих пор используются воздуховоды, сделанные из листовой стали, которая имеет небольшой срок эксплуатации в агрессивных средах. В качестве воздуходувок до сих пор используются устаревшие модели вентиляторов в общепромышленном исполнении. Основная проблема подобных решений – сквозная коррозия воздуховодов уже через 1-2 года эксплуатации и/или поломки вентиляторов.

Наши технологические возможности позволяют эффективно решить любые проблемы с организацией вентиляционных систем.

Для эффективной аспирации агрессивных сред мы разработали и запатентовали линейку промышленных радиальных кислотостойких вентиляторов производительность до 100000 м<sup>3</sup>/час и химстойких воздуховодов.



### 3. Экология. Водо- и воздухоочистка.

Все технологии нанесения гальванических покрытий наносят вред окружающей среде. В связи с этим, при техническом перевооружении и модернизации гальванического производства обязательно нужно уделить внимание соответствию деятельности участка природоохранному законодательству. Требуется держать показатели загрязнения в пределах утвержденных стандартами нормативов. Это касается как системы водооборота, так и вентиляции.



Водо- и газоочистное оборудование производства нашей компании позволяет закрыть все потребности заказчика по выполнению экологических нормативов.

«ТЕТРА» производит и поставляет оборудование для современных систем очистки сточных вод: флотаторы, реакторы, емкости, отстойники, накопители, илоуплотнители. Состав и конфигурация узлов очистки подбирается индивидуально, в зависимости от техпроцессов и состава сточных вод.

Современные технологии многоступенчатой очистки сточных вод, основаны не на утилизации, а на регенерации. Преимущество использования современных очистных сооружений при гальваническом производстве – возможность применения стоков в оборотном водоснабжении предприятия. Это снижает общие затраты предприятия на водопотребление и водоотведение.



## 1.3 КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ

Для очистки вентиляционных выбросов компания «ТЕТРА» производит линейку газоочистного оборудования для очистки загрязненного воздуха в системах аспирации. В нее входят: фильтры ФВГ и скрубберы (горизонтального и вертикального исполнения), угольные сорбционные фильтры.



Специалисты нашей компании готовы выполнить предпроектное обследование предприятия и предложить перечень мероприятий и технологических решений по модернизации и перевооружению действующих гальванических цехов и участков.

**Главное преимущество нашей компании – профессиональный коллектив, имеющий опыт работы на гальванических производствах и изготовлении оборудования более 10 лет. Совместно с клиентами мы находим самые выгодные решения, позволяющие решить стоящие перед ними задачи.**

ООО «ТЕТРА» выпускает линейку промышленных химстойких радиальных вентиляторов серии Т-ВЕНТ низкого и среднего давления.

Вентиляторы нашего производства устойчивы к подавляющему большинству паров, туманов и взвесей кислот и щелочей, используемых в промышленных технологических процессах.



Тип	Модель	Размерность
Вентилятор низкого давления	BP 80-75	От №2 до №8
Вентилятор среднего давления	BP 280-46	От №2 до №8

Конструктивное исполнение, присоединительные размеры, схемы подключения, аэродинамические характеристики, шум вентиляторов аналогичны вентиляторам в общепромышленном оцинкованном исполнении. Полные характеристики на интересующую модель предоставляются по запросу.

## Корпус вентилятора, рабочее колесо, конфузор, и другие проточные части изготавливаются из химически стойких полимеров:

- Полипропилена (ПП)
- Полиэтилена (ПНД)
- Поливинилиденфторида (PVDF)

Корпус и рабочее колесо коррозионностойкого вентилятора производства ООО «ТЕТРА» изготовлены таким образом, что контакт рабочей воздушной среды с металлическими частями вентилятора отсутствует. Такое решение позволяет добиться длительного срока эксплуатации изделия в агрессивных средах и значительно упростить и удешевить обслуживание системы вентиляции.

## 3.1 СКРУББЕРЫ

Компания ООО «Тетра» производит линейку промышленных газопромывателей – скрубберов Т-СКРУБ с корпусом, изготовленным из полипропилена, полиэтилена, PVC или PVDF.

Скруббер – это оборудование для очистки газов и газозвудушных смесей. Скрубберы применяются для очистки воздуха от газообразных и аэрозольных загрязнений. Благодаря своей высокой эффективности (очистка до 99%) и относительной простоте эксплуатации, современные скрубберы востребованы практически во всех отраслях промышленности.



### Модельный ряд и технические характеристики скрубберов производства «ТЕТРА»:

Модель	Присоединение, вход/выход, мм	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /час	Полная масса установки в рабочем состоянии, кг	Габариты, мм		
				Д	Ш	В
Т-СКРУБ 1	200	1000	250	1000	800	1450
Т-СКРУБ 2	250	2000	550	1200	1000	1900
Т-СКРУБ 3	315	3000	750	1300	1100	2300
Т-СКРУБ 5	400	5000	1200	1600	1400	2600
Т-СКРУБ 10	630	10000	2350	1900	1700	3750
Т-СКРУБ 15	710	15000	3500	2200	2000	4250
Т-СКРУБ 20	900	20000	4500	2400	2200	4900
Т-СКРУБ 30	1120	30000	6600	2900	2700	5500
Т-СКРУБ 40	1250	40000	8700	3200	3000	6500
Т-СКРУБ 50	1400	50000	11000	3600	3400	8100

**Фильтры ФВГ-ТВФ предназначены для очистки воздушных вентиляционных выбросов от твердых аэрозольных частиц и паров агрессивных кислот и щелочей:**



- в гальванических и химических производствах;
- из вытяжных шкафов химических и медицинских лабораторий;
- моечных камер для струйной обработки;
- в пищевой промышленности.
- в системах приточной вентиляции для подготовки и предварительной очистки воздуха;

Фильтры ФВГ-ТВФ обеспечивают фильтрацию воздуха на уровне не менее 94%.

Корпус фильтра ФВГ-ТВФ изготавливается из химически стойкого и инертного полимера. Чаще всего материалом корпуса служит полипропилен.

В случае особо агрессивных сред (высококонцентрированные пары хрома, плавиковой кислоты) корпус изготавливается из ПВХ или ПВДФ.

Фильтрующим элементом выступает химстойкое нетканое полотно с требуемой для эффективной очистки плотностью. Конструкция кассеты исключает щели между корпусом фильтра и фильтрующим элементом.

Кассета с фильтрующим материалом является сменным и легко обслуживаемым элементом.

Выбор конкретной модели фильтра зависит от требуемой производительности по очищаемому воздуху и концентрации аэрозоля.

Производительность от 1 м<sup>3</sup>/ч до 30 м<sup>3</sup>/ч.

Компания ООО «ТЕТРА» выпускает линейку промышленных коррозионно-стойких флотаторов с корпусом из полипропилена или полиэтилена.



Флотаторы работают по самой практичной и эффективной флотационной технологии – напорной флотации с частичной рециркуляцией стоков.

**Флотаторы производства эффективно очищают сточные воды от следующих типов загрязнений:**

- продукты органического синтеза
- жиры
- масла
- нефтепродукты
- ПАВ
- тонкодисперсные взвешенные частицы
- сопутствующие среды от очистных сооружений

### Комплектация:

**Корпус флотатора, изготовленный из полимера, и включающий в себя:**

- камеру флотации
- камеру сепарации
- камеры сбора осадка и очищенной воды
- лоток для сбора и удаления флотопены

Корпус флотатора установлен на сварную опорную раму, выполненную из конструкционной углеродистой стали, покрытой грунтовкой, краской и финишным покрытием. Корпус установлен на регулируемые по высоте опорные ножки.



**ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ  
ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ**

**Заявитель ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ТЕТРА"**

Место нахождения (адрес юридического лица): 198216, Россия, город Санкт-Петербург, проспект Народного Ополчения, Дом 10, Литер А, Помещение 1195-Н

Адрес места осуществления деятельности: Россия, 198216, город Санкт-Петербург, улица Смоляная, дом 15Б  
Основной государственный регистрационный номер 1187847117116.

Телефон: +78123319090 Адрес электронной почты: zapros@pp-pnd.ru

в лице Генерального директора Борисова Анатолия Викторовича

**заявляет, что Ванны для электрохимической, химической обработки поверхности изделий и получения покрытий, марки Тетра.**

**Изготовитель ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ТЕТРА"**

Место нахождения (адрес юридического лица): 198216, Россия, город Санкт-Петербург, проспект Народного Ополчения, Дом 10, Литер А, Помещение 1195-Н

Адрес места осуществления деятельности по изготовлению продукции: Россия, 198216, город Санкт-Петербург, улица Смоляная, дом 15Б  
Продукция изготовлена в соответствии с ТУ 28.49.12 -001-28354047-2023 Ванны для электрохимической, химической обработки поверхности изделий и получения покрытий.

Код (коды) ТН ВЭД ЕАЭС: 8543300000

Серийный выпуск

**соответствует требованиям**

Технического регламента Таможенного союза "О безопасности машин и оборудования" (ТР ТС 010/2011)

**Декларация о соответствии принята на основании**

Протокола испытаний № ИЛ03-17395 от 08.06.2023 года, выданного Испытательной лабораторией ОБЩЕСТВА С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «РУСТЕХЭКСПЕРТИЗА» (регистрационный номер аттестата аккредитации РОСС RU.32623.ИЛ03)

Обоснование безопасности № 28.49.12-001-2023 ОБ от 11.01.2023 г, Паспорт ВПО дата 17.01.2023 г., Паспорт ВМП дата 18.01.2023 г., Паспорт ВЗП дата 19.01.2023 г., Сертификата на тип продукции № ЕАЭС RU С-RU.

НЕО9.Т.00000 от 00.06.2023 г., выданного Обществом с ограниченной ответственностью «Магна», аттестат аккредитации № RA.RU.11НЕ09, дата регистрации: 27.05.2021 года

Схема декларирования соответствия: 5д

**Дополнительная информация**

ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности». Декларация соответствия распространяется на продукцию, изготовленную с даты изготовления отобранных образцов (проб) продукции, прошедших исследования (испытания) и измерения, указанную в акте(ах) отбора.

**Декларация о соответствии действительна с даты регистрации по 21.06.2028 включительно**

  
подпись

М.П.

Борисов Анатолий Викторович

(Ф.И.О. заявителя)

Регистрационный номер декларации о соответствии: ЕАЭС N RU Д-RU.РА04.В.86710/23

Дата регистрации декларации о соответствии: 27.06.2023



## Опросный лист для заказа гальванического оборудования

Компания: .....

Контактное лицо: .....

Тел.: .....

E-mail: .....

№ п/п	Исходные данные		Заполняется
1	Общие данные	Назначение	
		Планируемая дата ввода в эксплуатацию	
2	Место установки	В помещение, открытая площадка, другое	
3	Рабочий объем, м <sup>3</sup>		
4	Размеры	Длина, ширина, высота, мм	
5	Материал	Полипропилен, PVC , ПНД, ПВХДФ	
6	Исполнение	Крышка	
		Бортотсос	
7	Дно	Наклонное, прямое	
8	Опоры	Высота опор, мм (если применимо)	
9	Рабочая среда	Наименование	
		Состав, концентрация, %	
		Плотность, кг/м <sup>3</sup>	
		Температура макс. – мин. °С.	
		Рабочая температура, °С	
		Класс опасности среды	
		Взрывоопасность (да/нет)	
Пожароопасность (да/нет)			
10	Патрубки, краны	Количество, тип, диаметр	
11	Подогрев	Да/нет	
		Тип нагрева: вода, змеевик нерж, электрический ТЭН (ФЭН)	
		Температура начальная и рабочая	
		Время прогрева	
		Теплоизоляция (да/нет)	
12	Эскиз	Если есть — приложить	

TETRA@PP -PND.RU

PROM -EMKOSTI.RU

(812) 331-90-90

## Опросный лист

для заказа гальванической линии

Компания: .....

Контактное лицо: .....

Тел.: .....

E-mail: .....

№ п/п	Технические характеристики		Параметры
			Заполняются заказчиком
1	Общие данные	Наименование технологического процесса	
		Планируемая дата ввода в эксплуатацию	
		Планируемый срок эксплуатации, лет	
2	Организация площадки монтажа	Новое / реконструкция / ремонт	
3	Тип линии	Ручная / механизированная / автоматизированная	
3.1	Уровень механизации	Автооператор / тельфер / кран-балка (имеется, требуется в составе изделия)	
4	Предполагаемые габариты ванн	Высота, мм	
		Длина x Ширина (Диаметр), мм	
5	Тип обработки	На подвесках / в барабанах / в корзинах	
6	Тип крышек ванн	Съемная / откидная / без крышки	
7	Тип дна ванн	Плоское / наклонное	
8	Тип опор	Регулируемые опоры на каждой ванне / стальная рама под всю линию (имеется, требуется в составе изделия)	
9	Параметры и характеристики обрабатываемых деталей	Максимальные размеры (ДxШxВ), мм	
		Минимальные размеры (ДxШxВ), мм	
		Материал деталей	
		Годовая программа (м <sup>2</sup> обрабатываемой)	

		поверхности/год и кг/год) с указанием толщины покрытия, мкм. При совмещенной обработке, укажите отдельно годовую программу для каждого типа покрытия	
10	Нагрев/охлаждение (где необходимо)	Тип нагревателя (змеевик, электронагреватель)	
		Время нагрева, ч	
10.1	Змеевик нагрева (при наличии информации)	Теплоноситель (пар, вода)	
		Температура теплоносителя, °С	
		Давление теплоносителя, бар	
		Расход теплоносителя, кг/ч	
		Диаметр трубы змеевика, мм	
		Длина (площадь поверхности) змеевика, м	
		Материал змеевика	
10.2	Электронагреватель (при наличии информации)	Мощность, кВт	
		Напряжение, В	
		Материал нагревателя	
10.3	Охлаждение (при наличии информации)	Тип охладителя (змеевик, безнапорная рубашка)	
		Хладоноситель	
		Расход хладоносителя, кг/ч	
		Диаметр трубы змеевика, мм	
		Длина (площадь поверхности) змеевика, м	
		Материал змеевика	
10.4	Теплоизоляция в ваннах с нагревом / охлаждением	Да / нет	
11	Патрубки с ЗРА	Подвод воды / слив	
12	КИП и автоматика	Датчики температуры, датчики уровня, датчики рН, датчик электропроводности, шкаф управления	
13	Эскизы деталей (при наличии)	Для определения габаритов, сложности форм, массы, площади покрываемой поверхности	

