



**Фонд поддержки научной, научно-технической  
и инновационной деятельности  
«Энергия без границ»**

---

**СТАНДАРТ  
ОРГАНИЗАЦИИ**

**СТО  
00129840.34.37.009-  
2019**

---

**ИОНИТЫ НА ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ ТЕПЛОВЫХ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ.  
ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ**

Издание официальное

Москва

2019

## **Предисловие**

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила разработки и применения стандартов организации – ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

### **Сведения о стандарте**

- |          |                    |  |
|----------|--------------------|--|
| <b>1</b> | <b>РАЗРАБОТАН</b>  | Открытым акционерным обществом «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени Теплотехнический научно-исследовательский институт» (ОАО «ВТИ») |
| <b>2</b> | <b>ИСПОЛНИТЕЛИ</b> | Е.А. Кривченкова, Л.А. Панфилова   |
| <b>3</b> | <b>УТВЕРЖДЕН</b>   | Приказом Фонда «Энергия без границ» от 15.03.2019 г. № ФЭ/16   |

**ВЗАМЕН СТО 00129840.34.37.009-2017**

Настоящий стандарт организации не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения Фонда «Энергия без Границ»

## Содержание

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки .....	2
3 Термины, сокращения и определения .....	2
4 Основные критерии выбора, требования к качеству и условиям эксплуатации ионитов.....	6
4.1 Общие положения .....	6
4.2 Основные критерии выбора и требования к качеству сильнокислотных катионитов.....	7
4.3 Основные критерии выбора и требования к качеству слабокислотных катионитов.....	11
4.4 Основные критерии выбора и требования к качеству слабоосновных анионитов .....	12
4.5 Основные критерии выбора и требования к качеству сильноосновных анионитов.....	17
4.6 Требования к ограничению концентраций примесей в воде, поступающей на обработку на ионообменные фильтры .....	22
4.7 Требования к температурному режиму эксплуатации ионитов .....	24
4.8 Основные требования при выборе новой марки ионита .....	25
5 Рекомендации по проведению технологических операций и режимам эксплуатации ионитов.....	27
5.1 Общие положения .....	27
5.2 Требования к высоте загрузки ионитов в фильтре.....	28
5.3 Режим проведения технологических операций при эксплуатации катионитов.....	30
5.4 Режим проведения технологических операций при эксплуатации анионитов .....	36
5.5 Режим проведения технологических операций при эксплуатации ионитов в ФСД.....	42
5.6 Требования к гидравлическим характеристикам ионитов .....	43
6 Рекомендации по нормированию расходов реагентов, воды и ионообменных материалов на собственные нужды ВПУ.....	44
6.1 Общие положения .....	44
6.2 Расход хлористого натрия на регенерацию Na-катионитных фильтров.....	44
6.3 Расход воды на собственные нужды .....	45
6.4 Расход серной кислоты на регенерацию H-катионитных фильтров .....	46
6.5 Расход едкого натра на регенерацию анионитных фильтров .....	49
6.6 Расход реагентов на регенерацию фильтров смешанного действия .....	52
6.7 Требования к применяемым реагентам и сжатому воздуху.....	53
6.8 Эксплуатационные потери ионитов .....	53
7 Основные правила транспортировки, приемки и хранения ионитов.....	55

7.1 Общие положения .....	55
7.2 Упаковка и транспортировка ионитов.....	55
7.3 Приемка ионитов .....	55
7.4 Хранение ионитов на складе .....	56
8 Рекомендации по диагностике качества ионитов при входном и эксплуатационном контроле.....	56
8.1 Организация входного контроля качества ионитов .....	56
8.2 Организация эксплуатационного контроля качества ионитов.....	58
9 Хранение смол во время останова оборудования. Консервация .....	60
Приложение А (обязательное). Формулы расчета основных технологических показателей ионообменных фильтров .....	61
Приложение Б (справочное). Методика сощелочной промывки анионитов .....	70
Приложение В (справочное) .Номенклатура ионитов, применяемых для водоподготовки на ТЭС.....	71
Приложение Г (справочное). Технологические и физико-химические характеристики ионитов.....	72
Приложение Д (справочное). Данные фирм-производителей ионитов .....	87

## **СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**

---

### **ИОНИТЫ НА ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ**

---

**Дата введения 15-03-2019**

#### **1 Область применения**

Настоящий стандарт организации устанавливает основные требования к качеству ионитов, применяемых на водоподготовительных установках (ВПУ) тепловых электростанций (ТЭС), предоставляет информацию по технологическим показателям ионитов, представленных на российском рынке, рекомендации по диагностике их качества и выбору, режиму эксплуатации, нормированию расходов реагентов и воды на собственные нужды.

Настоящий стандарт организации предназначен для эксплуатационного персонала химических цехов ТЭС и котельных, специалистов в области водоподготовительных технологий инжиниринговых, проектных и научно-исследовательских организаций.

Настоящий стандарт разработан в качестве обновленного варианта «Иониты на водоподготовительных установках тепловых электростанций. Основные требования» СТО 00129840.34.37.009-2017.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 10896-78	Иониты. Подготовка к испытанию
ГОСТ 10900-84	Иониты. Методы определения гранулометрической
состава	
ГОСТ 17338-88	Иониты. Методы определения осмотической
стабильности	
ГОСТ 20255.1-89	Иониты. Метод определения статической обменной
емкости	
ГОСТ 20255.2-89	Иониты. Методы определения динамической
обменной емкости	
ГОСТ 10898.1-84	Иониты. Методы определения влаги
ГОСТ 10898.2-74	Иониты. Метод определения насыпной массы
ГОСТ 10898.4-84	Иониты. Методы определения удельного объема
ГОСТ 20298-74	Смолы ионообменные. Катиониты. Технические
условия	
ГОСТ Р 51574-2000	Соль поваренная пищевая. Технические условия
ГОСТ 2184-2013	Кислота серная техническая. Технические условия
ГОСТ Р 55064-2012	Натр едкий технический. Технические условия
ГОСТ Р ИСО 8573-1-2005	Сжатый воздух. Часть 1. Загрязнения и классы
чистоты	
РД 34.37.516-91	Методические указания по очистке турбинного
конденсата на блоках с прямоточными котлами	

**Примечание** - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 3 Термины, сокращения и определения

В настоящем стандарте организации применяются следующие термины с соответствующими сокращениями и определениями:

**3.1 нормативно-технический документ, НТД:** документ, регламентирующий требования к изделиям и/или технологическим процессам и принятый соответствующей организацией в качестве официального документа.

**3.2 тепловая электростанция; ТЭС:** станция, вырабатывающая электроэнергию и тепло за счет сжигания органического топлива.

**3.3 водоподготовительная установка; ВПУ:** установка, предназначенная для очистки воды до требуемых показателей. ВПУ установка приготовления добавочной воды для котлов и подпитки теплосети.

**3.4 обессоливающая установка; ОУ:** установка, предназначенная для подготовки добавочной обессоленной воды.

**3.5 блочная обессоливающая установка; БОУ:** водоподготовительная установка, предназначенная для механической очистки и обессоливания турбинного конденсата.

**3.6 иониты или ионообменные смолы (в процессах водоподготовки):** твердые органические синтетические вещества, практически нерастворимые в воде и других растворителях, содержащие активные (функциональные) группы и способные поглощать растворенные в воде ионы путем их обмена на ионы, содержащиеся в ионите.

**3.7 сильнокислотные катиониты:** иониты, содержащие функциональные сульфогруппы, способные к обмену растворенных в воде катионов солей как сильных, так и слабых кислот на катионы, содержащиеся в катионите.

**3.8 слабокислотные или карбоксильные катиониты:** иониты, содержащие функциональные карбоксильные группы, способные к обмену растворенных в воде катионов солей слабых кислот на катионы, содержащиеся в катионите.

**3.9 сильноосновные аниониты:** иониты, содержащие функциональные четвертичные аммониевые группы, способные к обмену растворенных в воде анионов как сильных, так и слабых кислот на анионы, содержащиеся в анионите.

**3.10 слабоосновные аниониты:** иониты, содержащие функциональные третичные аминогруппы, способные к поглощению растворенных в воде сильных кислот.

**3.11 ионирование или технология ионного обмена:** технология очистки воды от растворенных в ней примесей, осуществляемая методом пропускания обрабатываемой воды через слой ионита.

**3.12 прямоточная (параллельноточная) технология ионирования или прямоточная технология регенерации ионитов:** технология очистки воды, при которой подача обрабатываемой воды и регенерационного раствора через слой ионита осуществляются в одном направлении.

**3.13 противоточная технология ионирования или противоточная технология регенерации ионитов:** технология очистки воды, при которой подача обрабатываемой воды и регенерационного раствора через слой ионита осуществляются в противоположных направлениях.

**3.14 технология UPCORE; UPC:** противоточная технология ионирования, включающая комплекс технических решений, в основе которой заложен принцип механического зажатия слоя ионита, подача обрабатываемой воды производится в нисходящем потоке (сверху вниз) и регенерационного раствора – в восходящем потоке (снизу вверх).

**3.15 технологии: Schwebbett; Sch, PUROPACK; PUR, AMBERPACK; AMB:** противоточные технологии ионирования, включающие комплекс технических решений, в основе которых заложен принцип механического зажатия слоя ионита, подача обрабатываемой воды производится в восходящем потоке (снизу вверх) и регенерационного раствора – в нисходящем потоке (сверху вниз).

**3.16 Na-катионитный фильтр:** ионообменный фильтр, загруженный сильнокислотным катионитом и предназначенный для удаления из обрабатываемой воды катионов, определяющих общую жесткость воды ( $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ ), методом их обмена на катионы  $\text{Na}^+$ , содержащиеся в катионите.

**3.17 H-катионитный фильтр:** ионообменный фильтр, загруженный сильнокислотным катионитом или слабоосновным и сильнокислотным катионитами, предназначенный для удаления из обрабатываемой воды катионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Na}^+$  методом их обмена на катионы  $\text{H}^+$ , содержащиеся в катионите.

**3.18 карбоксильный фильтр:** ионообменный фильтр, загруженный слабокислотным катионитом и предназначенный для удаления катионов жесткости ( $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ ) эквивалентно концентрации щелочности обрабатываемой воды методом их обмена на катионы  $\text{H}^+$ , содержащиеся в катионите.

**3.19 анионитный фильтр:** ионообменный фильтр, загруженный сильноосновным и/или слабоосновным анионитом и предназначенный для удаления из обрабатываемой воды: на сильноосновном анионите – анионов сильных и слабых кислот, методом их обмена на анионы  $\text{OH}^-$ , содержащиеся в анионите, на слабоосновном анионите – сильных кислот.

**3.20 фильтр-органопоглотитель или скэвнджер:** ионообменный фильтр, загруженный сильноосновным анионитом и предназначенный для удаления из обрабатываемой воды органических веществ методом их обмена на анионы  $\text{Cl}^-$ , содержащиеся в анионите.

**3.21 фильтр смешанного действия; ФСД:** ионообменный фильтр, в котором в качестве фильтрующей загрузки используется смесь сильнокислотного катионита и сильноосновного анионита и осуществляется процесс совместного H-OH-ионирования на стадии финишного обессоливания добавочной воды или при обессоливании турбинного или загрязненного конденсатов.

**3.22 обратный осмос:** технология очистки воды, относящаяся к мембранным процессам разделения растворов, при котором из воды удаляются частицы размером 0,0001-0,001 мкм: растворенные минеральные соли, органические молекулы (с молекулярной массой менее 500 Да).

**3.23 обратноосмотическая установка; ООУ:** водоподготовительная установка, функционирующая с применением технологии обратного осмоса.

**3.24 «классическая» схема обессоливания воды:** технологическая схема подготовки добавочной обессоленной воды, включающая две или три ступени прямоточного ионирования.

**3.25 динамическая объемная емкость ионита; ДОЕ:** количество ионов, поглощаемых из рабочего раствора единицей объема набухшего ионита при непрерывном пропускании раствора через слой ионита до момента проскока в фильтрат заданного количества ионов, определяемое в стандартных условиях испытаний ионитов.

**3.26 гранулометрический состав ионита:** количественное в процентном отношении распределение гранул (зерен) ионита по размерам, определяемое методом мокрого рассева с использованием стандартного набора сит.

**3.27 эффективный размер зерна ионита:** размер отверстия сита, задерживающего суммарно 90% объема ионита.

**3.28 коэффициент однородности ионита:** отношение размера отверстия сита, задерживающего суммарно 40% объема ионита к эффективному размеру зерна ионита.

**3.29 осмотическая стабильность ионита:** способность зерен ионита не разрушаться при изменении его объема в результате перехода из одной ионной формы в другую.

**3.30 механическая прочность ионита:** способность зерен ионита не разрушаться при механических воздействиях.

**3.31 фильтроцикл ионита:** количество обработанной при пропускании через слой ионита воды до момента проскока в фильтрат заданного количества поглощаемых ионитом ионов или предварительно задаваемое количество воды, при обработке которого обеспечиваются оптимальные технологические показатели работы ионита.

**3.32 рабочая объемная емкость ионита; РОЕ:** количество ионов, поглощенных из обрабатываемой воды единицей объема ионита за фильтроцикл, определяемое в рабочих условиях эксплуатации ионита.

**3.33 удельный расход реагента на регенерацию ионита:** отношение количества 100%-ного реагента на регенерацию ионита к количеству поглощенных из обрабатываемой воды ионов ионитом за фильтроцикл.

**3.34 индекс загрязнения обрабатываемой воды органическими веществами, N:** соотношение концентрации органических веществ и суммарной концентрации анионов (для слабоосновных анионитов – сильных кислот, для сильноосновных анионитов – слабых кислот) в обрабатываемой воде.

**3.35 нагрузка по органическим веществам на анионит за фильтроцикл, НОВ:** отношение произведения средней за фильтроцикл концентрации органических веществ в обрабатываемой воде и количества воды, обрабатываемое за фильтроцикл, к объему анионита.

**3.36 фильтр ионитный параллельно-точный первой ступени; ФИПаI:** тип ионообменного фильтра, применяемый на первой ступени в схемах умягчения и обессоливания воды, а также в процессах органопоглощения, функционирующий по прямоточной технологии ионирования.

**3.37 фильтр ионитный параллельно-точный второй ступени; ФИПаII:** тип ионообменного фильтра, применяемый на второй ступени в схемах умягчения и обессоливания воды, функционирующий по прямоточной технологии ионирования.

**3.38 фильтр ионитный противоточный; ФИПр:** тип ионообменного фильтра, применяемый в схемах умягчения и обессоливания воды, функционирующий по противоточной технологии ионирования, в основе которой заложен принцип механического зажатия слоя ионита, подача обрабатываемой воды производится в нисходящем потоке (сверху вниз) и регенерационного раствора – в восходящем потоке (снизу вверх).

**3.39 фильтр ионитный противоточный с «зажатыми слоями»; ИФПр-ЗС:** тип ионообменного фильтра, применяемый в схемах умягчения и обессоливания воды, функционирующий по противоточной технологии ионирования, в основе которой заложен принцип механического зажатия слоя ионита, подача обрабатываемой воды производится в восходящем потоке (снизу вверх) и регенерационного раствора – в нисходящем потоке (сверху вниз).

**3.40 фильтр ионитный смешанного действия с внутренней регенерацией; ФИСДВР:** тип фильтра смешанного действия, предусматривающий регенерацию ионообменной загрузки непосредственно в фильтре.

**3.41 верхнее распределительное устройство фильтра; ВРУ и нижние дренажно-распределительное устройство фильтра; НДРУ:** устройства, обеспечивающие равномерный по всей площади фильтра подвод или отвод фильтруемой воды, регенерационного раствора или отмывочной воды и предотвращающие унос фильтрующего материала.

**3.42 водно-химический режим; ВХР:** совокупность показателей качества воды и пара, поддерживаемых с помощью химических и теплотехнических мероприятий в заданных пределах, предотвращающих процессы накипеобразования, коррозии и загрязнения пара для обеспечения непрерывной работы оборудования электростанции.

## **4 Основные критерии выбора, требования к качеству и условиям эксплуатации ионитов**

### **4.1 Общие положения**

При выборе ионообменных смол, предназначенных для эксплуатации на ВПУ ТЭС, или оценки целесообразности их применения устанавливаются требования для следующих показателей, характеризующие технологические свойства ионитов:

- тип ионита (по типу функциональной группы);
- матрица;
- структура;
- ионная форма поставки;
- гранулометрический состав, определяемый методом мокрого рассева с оценкой показателей: размер зерен, объемная доля рабочей фракции, коэффициент однородности, эффективный (для смол с однородным гранулометрическим составом - средний) размер зерна (ГОСТ 10900);
- осмотическая стабильность, определяемая экспресс-методом с визуальным контролем состояния гранул ионитов фракции 0,63-0,8 мм до и после проведения двух циклов обработки (ГОСТ 17338);
- механическая прочность, измеряемая на приборе испытателе прочности гранул типа ИПГ-1М с определением усилия, разрушающего гранулы фракции 0,63-0,8 мм при проведении 20 замеров;
- динамическая обменная емкость (ДОЕ), определяемая при заданном расходе реагента на регенерацию ионитов с фиксацией расхода воды на отмывку (ГОСТ 20255.2);
- массовая доля влаги, определяемая методом воздушно-тепловой сушки (ГОСТ 10898.1).

Перечень стандартов, регламентирующих методы контроля качества ионитов представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Стандарты, регламентирующие методы контроля качества ионитов

Обозначение	Наименование
ГОСТ 10896	Иониты. Подготовка к испытанию
ГОСТ 10900	Иониты. Методы определения гранулометрического состава
ГОСТ 17338	Иониты. Методы определения осмотической стабильности
ГОСТ 20255.2	Иониты. Методы определения динамической обменной емкости
ГОСТ 10898.1	Иониты. Методы определения влаги
ГОСТ 20255.1	Иониты. Метод определения статической обменной емкости
ГОСТ 10898.2	Иониты. Метод определения насыпной массы
ГОСТ 10898.4	Иониты. Методы определения удельного объема

С целью повышения эффективности эксплуатации ВПУ используется дифференцированное нормирование показателей качества ионитов в зависимости от схемы и технологии их применения. Представленные нормы обоснованы результатами анализа фактического уровня качества большинства марок, предлагаемых в настоящее время потребителям, технологическими условиями эксплуатации ионитов, а также развитием водоподготовительных технологий.

#### **4.2 Основные критерии выбора и требования к качеству сильнокислотных катионитов**

4.2.1 Сильнокислотные катиониты используются в технологиях и технологических схемах:

- одно- и двухступенчатого прямоточного Na-катионирования (умягчения) воды;
- на I, II и III ступени прямоточного H-катионирования двух- и трехступенчатых схем обессоливания воды (далее по тексту – «классических» схем обессоливания воды);
- в фильтрах смешанного действия (ФСД) финишной ступени обессоливания воды;
- в противоточных схемах Na-катионирования воды;
- в противоточных схемах обессоливания воды;
- в схемах прямоточного или противоточного H-ОН-раздельного дообессоливания пермеата обратного осмоса (ООУ);
- в схемах очистки турбинного и производственного конденсата.

4.2.2 Требования к выбору типа и качеству сильнокислотных катионитов, предназначенных для применения на ВПУ ТЭС, представлены в таблице 2.

4.2.3 В «классических» прямоточных схемах умягчения и обессоливания воды традиционно применяются полистирольные сильнокислотные катиониты гелевой структуры с полидисперсным гранулометрическим составом (размером зерен 0,315-1,25 мм и коэффициентом однородности не более 1,7). Также допускается применение катионитов с улучшенным гранулометрическим составом, полученным в результате отсева мелких и крупных фракций, и однородным гранулометрическим составом.

4.2.4 При выборе сильнокислотных катионитов, предназначенных для применения в противоточных схемах умягчения и обессоливания воды с «зажатыми слоями» (UPCORE, Schwebbett, PUROPACK, AMBERPACK), учитывая специфические условия эксплуатации противоточных фильтров, определяющее значение имеют показатели: коэффициент однородности и объемная доля фракции 0,5-0,8 мм. Применение

катионитов с однородным гранулометрическим составом моодисперсного класса с коэффициентом однородности не более 1,2 и объемной долей фракции 0,5-0,8 мм не менее 95%, позволяет получить оптимальные технологические показатели противоточного процесса при соблюдении прочих необходимых условий (соответствия типа используемой смолы, высоты слоя, конструкции фильтра, технологического режима и т.п.).

4.2.5 Для эксплуатации в ФСД применяются сильнокислотные катиониты каждой марки в комбинации с соответствующим ему анионитом (смолы предлагаются производителем в паре). Подбор пар ионитов производится исходя из разницы гидродинамических характеристик катионита и анионита и с учетом контраста их цветовой гаммы. Для нейтрализации электрических зарядов, присущих ионитам, при производстве современных смол для ФСД должна применяться их обработка специальными растворами антистатиками.

В ФСД финишной ступени обессоливания воды допускается применение ионитов, специального гранулометрического состава, полученного в результате отсева мелких (крупных) фракций, а при условии стабильных скоростных режимов фильтрации – моодисперсных ионитов.

Что касается ионообменных материалов, предназначенных для работы в ФСД БОУ, то учитывая стабильный и высокоскоростной режим фильтрации турбинного конденсата, выбор моодисперсных смол в данном случае является оптимальным.

В силу особенностей режима эксплуатации ФСД при выборе ионитов особое внимание необходимо уделять таким показателям, определяющим постоянство гранулометрического состава, как механическая прочность и осмотическая стабильность.

4.2.6 Использование сильнокислотных катионитов макропористой структуры в схемах очистки турбинного и производственного конденсата обосновывается повышенным содержанием в обрабатываемой воде железо-органических соединений, продуктов коррозии и окислителей.

4.2.7 Номенклатура сильнокислотных катионов, применяемых на ВПУ ТЭС, представлена в приложении В. Основные технологические и физико-химические показатели сильнокислотных катионитов различных производителей представлены в приложении Г и Д.

Таблица 2 – Требования к выбору типа и качеству сильнокислотных катионитов, применяемых на ВПУ ТЭС

Показатель качества	Н-катионирование			Противоток <sup>2</sup>	Na-катионирование			ФСД ОУ	Н-ОН БОУ	ФСД БОУ
	Прямоток <sup>1</sup>				Прямоток <sup>1</sup>					
	I степень	II степень	III степень / Н-ОН- дообессоливания пермеата ООУ		I степень	II степень	Противоток <sup>2</sup>			
Матрица, структура	Полистирольный сополимер гелевой структуры							Полистирольный сополимер гелевой / макропористой структуры		
Форма поставки	Н-форма			Na-форма			Н-форма			
ДОЕ, мг-экв/дм <sup>3</sup> , не менее	420							420/300 <sup>3</sup>		
Уд. расход воды на отмывку м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> , не более	4,0									
Размер зерен, мм	0,315-1,25	0,4-1,25	0,4-0,8	0,315-1,25	0,4-0,8	0,4-1,25	0,4-0,8/ 0,4-1,0 <sup>3</sup>			
Объемная доля фракции 0,315-1,25 мм, %, не менее	98	99	-	98	-	99	-/99 <sup>3</sup>			
Объемная доля фракции 0,5-0,8 мм, %, не менее	-		95	-		95	-	95/- <sup>3</sup>		
Эффективный размер зерна d <sub>эф.</sub> , мм	0,4-0,6		-	0,4-0,6		-	0,4-0,6	-/0,4-0,6 <sup>3</sup>		
Коэффициент однородности, K <sub>одн.</sub> , не более	1,7	1,6	1,2	1,7	1,2	1,6	1,2/1,4 <sup>3</sup>			
Осмотическая стабильность, % не менее	98	99		98	99					
Кол-во целых гранул до осмотического шока, %, не менее	90	95		90	95					
Механическая прочность, г/гранулу, не менее	300						400	400/300 <sup>3</sup>		
Массовая доля влаги, %	40-60									

Окончание таблицы 2

Показатель качества	Н-катионирование				Na-катионирование			ФСД ОУ	Н-ОН БОУ	ФСД БОУ
	Прямоток <sup>1</sup>			Противоток <sup>2</sup>	Прямоток <sup>1</sup>		Противоток <sup>2</sup>			
	I степень	II степень	III степень / Н-ОН- дообессоливания пермеата ООУ		I степень	II степень				
<p>1 - Прямоточная технология ионирования.  2 - Противоточные технологии ионирования с «зажатыми слоями» (UPCORE, Schwebbett, PUROPACK, AMBERPACK).  3 - В числителе значение показателя для катионитов гелевой структуры, в знаменателе – макропористой структуры.</p> <p>Н-ОН - технология раздельного Н-ОН-ионирования на последовательно включенных Н-катионитных и анионитных фильтрах.  ООУ - установка обратного осмоса;  ФСД ОУ - фильтры смешанного действия, применяемые на III степени «классической» схемы обессоливания воды, а также устанавливаемые на выходе противоточной схемы обессоливания воды;  ФСД БОУ - фильтры смешанного действия, применяемые для обессоливания турбинного конденсата на блоках с прямоточными котлами;  Н-ОН БОУ - Н-ОН-обессоливание турбинного конденсата на блоках с прямоточными котлами;  ОУ - обессоливающая установка;  БОУ – блочная обессоливающая установка.</p>										

### 4.3 Основные критерии выбора и требования к качеству слабокислотных катионитов

4.3.1 Область оптимального применения слабокислотных (карбоксильных) катионитов обусловлена физико-химической природой слабокислотных карбоксильных функциональных групп, способных к сорбции катионов обрабатываемой воды эквивалентно концентрации ее щелочности.

Слабокислотные катиониты применяются для снижения карбонатной жесткости в схемах подготовки воды для подпитки теплосети с открытым водоразбором при условии обеспечения нормы карбонатного индекса в обработанной воде.

В других технологических схемах преимущество использования слабокислотных катионитов для снижения карбонатной жесткости реализуется при обработке вод гидрокарбонатного класса следующего качества:

- при концентрации анионов сильных кислот в обрабатываемой воде менее половины щелочности (в схемах H-Na-катионирования воды, предназначенной для подпитки теплосети с закрытым водоразбором);

- при щелочности в общем анионном составе обрабатываемой воды не менее 40 % (в схемах обессоливания воды с применением на I ступени предвключенного H-катионитного фильтра, загружаемого слабокислотным катионитом, и основного H-катионитного фильтра, загружаемого сильнокислотным катионитом, или схемах обессоливания воды с применением H-катионитного противоточного фильтра с двухслойной загрузкой слабокислотным и сильнокислотным катионитами).

Для других исходных условий эксплуатации, учитывая высокую стоимость слабокислотных катионитов, необходимо технико-экономическое обоснование применения подобного типа смол в схемах обессоливания воды и подготовки воды для подпитки теплосети с закрытым водоразбором. Также необходима технико-экономическая оценка целесообразности применения слабокислотных катионитов в подобных схемах при суммарной концентрации катионов в обрабатываемой воде менее 2,0 мг-экв/дм<sup>3</sup>.

4.3.2 Требования к выбору типа и качеству слабокислотных катионитов, предназначенных для применения на ВПУ ТЭС, представлены в таблице 3.

4.3.3 В «классических» прямоточных схемах умягчения и обессоливания воды традиционно применяются слабокислотные катиониты с полидисперсным гранулометрическим составом (размером зерен 0,315-1,25 мм и коэффициентом однородности не более 1,8). Также допускается применение катионитов с улучшенным гранулометрическим составом, полученным в результате отсева мелких и крупных фракций.

4.3.4 В противоточных схемах обессоливания воды с «зажатыми слоями» (UPCORE, Schwebebett, PUROPACK, AMBERPACK), учитывая специфические условия эксплуатации противоточных фильтров, применяются слабокислотные катиониты с улучшенным гранулометрическим составом (размером зерен 0,4-1,25 мм и коэффициентом однородности не более 1,5). При применении двухслойной загрузки катионитами разной функциональности, как правило, используются двухкамерные противоточные фильтры.

4.3.5 При обработке исходной воды поверхностных водоисточников и артезианских вод допускается применение слабокислотных катионитов как макропористой, так и гелевой структуры. В схемах подготовки воды для подпитки тепловой сети при обработке водопроводной воды или воды, подвергшейся хлорированию, к применению рекомендуются слабокислотные катиониты макропористой структуры, как более устойчивые к отрицательному воздействию на смолу свободного хлора.

4.3.6 Номенклатура слабокислотных катионитов, применяемых на ВПУ ТЭС, представлена в приложении В. Основные технологические и физико-химические показатели слабокислотных катионитов различных производителей представлены в приложениях Г и Д.

Таблица 3 – Требования к выбору типа и качеству слабокислотных катионитов, применяемых на ВПУ ТЭС

Показатель качества	Схема подготовки воды для подпитки теплосети <sup>2</sup>	Прямоточная схема обессоливания воды <sup>3</sup>	Противоточная схема обессоливания воды <sup>4</sup>
Матрица, структура	акриловый сополимер гелевой / макропористой структуры		
Форма поставки	Н-форма		
ДОЕ <sup>1</sup> , мг-экв/дм <sup>3</sup> , не менее	1800		
Размер зерен, мм	0,315-1,25		0,4-1,25
Объемная доля фракции 0,315-1,25 мм, %, не менее	98		99
Эффективный размер зерна d <sub>эф.</sub> , мм	0,4-0,6		
Коэффициент однородности, K <sub>одн.</sub> , не более	1,8		1,5
Осмотическая стабильность, %, не менее	98		99
Кол-во целых гранул до осмотического шока, %, не менее	90		95
Массовая доля влаги, %	40-60		
<p>1 - Значения ДОЕ для слабокислотных катионитов может быть определено в соответствии с ГОСТ 20255.2, а также по методике ОАО «ВТИ» в условиях, приближенных к реальным, при использовании в качестве рабочего раствора воды московского водопровода (жесткость общая 3,5-4,1 мг-экв/дм<sup>3</sup>, щелочность 3,0-3,6 мг-экв/дм<sup>3</sup>) с отключением фильтра на регенерацию при увеличении остаточной щелочности до 1,0 мг-экв/дм<sup>3</sup> и удельном расходе серной кислоты на регенерацию 1,0-1,1 г-экв/г-экв.</p> <p>2 - Схема с использованием слабокислотного катионита для снижения карбонатной жесткости обрабатываемой воды при расходе кислоты на регенерацию, близком к стехиометрическому.</p> <p>3 - Схема обессоливания воды с применением на I ступени предвключенного Н-катионитного фильтра, загружаемого слабокислотным катионитом, и основного Н-катионитного фильтра, загружаемого сильнокислотным катионитом (ступенчато-противоточная технология).</p> <p>4 - Схема обессоливания воды с применением Н-катионитного противоточного фильтра с двухслойной загрузкой слабокислотным и сильнокислотным катионитами (UPCORE, Schwebebett, PUROPACK, AMBERPACK).</p>			

#### 4.4 Основные критерии выбора и требования к качеству слабоосновных анионитов

4.4.1 Слабоосновные аниониты используются в технологиях и технологических схемах:

- на I ступени прямоточного анионирования в «классических» схемах обессоливания воды;

- в противоточных схемах обессоливания воды с применением анионитного фильтра с двухслойной загрузкой слабоосновным и сильноосновным анионитами.

4.4.2 Требования к выбору типа и качеству слабоосновных анионитов, предназначенных для применения на ВПУ ТЭС, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Требования к выбору типа и качеству слабоосновных анионитов, применяемых на ВПУ ТЭС

Показатель качества	Прямоток <sup>1</sup>	Противоток <sup>2</sup>
Матрица, структура	полистирольный сополимер макропористой структуры / акриловый сополимер гелевой структуры / акриловый сополимер макропористой структуры	полистирольный сополимер макропористой структуры / акриловый сополимер гелевой структуры
Форма поставки	Свободное основание (СО-форма)	
ДОЕ, мг-экв/дм <sup>3</sup> , не менее	900/1100 <sup>3</sup>	
Уд. расход воды на отмывку м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> , не более	8,0/16,0 <sup>3</sup>	
Размер зерен, мм	0,315-1,25	0,4-1,0
Объемная доля фракции 0,315-1,25 мм, %, не менее	98	-
Объемная доля фракции 0,5-0,8 мм, %, не менее	-	90
Эффективный размер зерна d <sub>эф.</sub> , мм	0,4-0,6	-
Коэффициент однородности, K <sub>одн.</sub> , не более	1,7	1,3
Осмотическая стабильность, % не менее	98	99
Кол-во целых гранул до осмотического шока, %, не менее	90	95
Механическая прочность, г/гранулу, не менее	300 <sup>4</sup>	
Массовая доля влаги, %	40-70	
<p>1 - Прямоточная технология ионирования.            2 - Схема обессоливания воды с применением анионитного противоточного фильтра с двухслойной загрузкой слабоосновным и сильноосновным анионитами (UPCORE, Schwebbett, PUROPACK, AMBERPACK).            3 - В числителе значение показателя для анионитов с полистирольной матрицей, в знаменателе – акриловой.            4 - Для анионитов с полистирольной матрицей.</p>		

4.4.3 Наряду с полимеризационными до настоящего времени производится и используется в прямоточных процессах обессоливания воды слабоосновный анионит поликонденсационного типа марки АН-31.

Смола ионообменная марки АН-31Р представляет собой слабоосновный анионит марки АН-31 в гидроксильной форме, перед вводом в эксплуатацию не требует подготовки в растворе едкого натра и последующей отмывки.

Изначально подобный анионит отличается высокой обменной емкостью и низким расходом воды на отмывку. Но по сравнению с полистирольными анионитами рассматриваемая смола характеризуется высокими потерями при эксплуатации, обусловленными низкой осмотической стабильностью и низкими прочностными характеристиками. При интенсивной эксплуатации и превышении допустимой органической нагрузки на анионит отмечается быстрое падение емкостных характеристик смолы, возрастание перепада давления слоя. Но учитывая относительно

невысокую стоимость анионита, решение о применении данной марки должно приниматься на основании технико-экономической оценки целесообразности такого выбора.

Требования к качеству слабоосновных анионитов поликонденсационного типа представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Требования к качеству слабоосновных анионитов поликонденсационного типа

Показатель качества	I степень прямotoчного ионирования	
	АН-31	АН-31Р
Матрица, структура	Поликонденсационный, гелевая структура (блочный тип гранул)	
Форма поставки	СI-форма	ОН-форма
ДОЕ, мг-экв/дм <sup>3</sup> , не менее	1280	
Уд. расход воды на отмывку м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> , не более	8,0	
Размер зерен набухшего анионита, мм	0,4-2,0	0,4-2,5
Объемная доля фракции 0,4-2,0 %, не менее	92	
Осмотическая стабильность, % не менее	85	
Массовая доля влаги в товарном анионите, %	не менее 5	52-58

4.4.4 В «классических» прямotoчных схемах обессоливания воды традиционно применяются слабоосновные аниониты с полидисперсным гранулометрическим составом (размером зерен 0,315-1,25 мм и коэффициентом однородности не более 1,7). Также допускается применение анионитов с улучшенным гранулометрическим составом, полученным в результате отсева мелких и крупных фракций, и однородным гранулометрическим составом.

4.4.5 В противotoчных схемах обессоливания воды с «зажатыми слоями» (UPCORE, Schwebbett, PUORACK, AMBERACK), учитывая специфические условия эксплуатации противotoчных фильтров, применяются монодисперсные слабоосновные аниониты, также допускается использование анионитов с улучшенным гранулометрическим составом (с коэффициентом однородности не более 1,3 и объемной долей фракции 0,5-0,8 мм не менее 90%). При применении двухслойной загрузки анионитами разной функциональности могут использоваться как однокамерные, так и двухкамерные противotoчные фильтры.

4.4.6 Типовое разнообразие предлагаемых слабоосновных анионитов позволяет сделать оптимальный выбор, исходя из качественного и количественного состава обрабатываемой воды.

С целью повышения экономичности и технического уровня эксплуатации обессоливающих установок выбор слабоосновных анионитов осуществляется с учетом фактора негативного воздействия органических веществ, присутствующих в обрабатываемой воде, который оценивается показателями: индекс загрязнения обрабатываемой воды органическими веществами  $N$  и нагрузка по органическим веществам на анионит за фильтроцикл  $H_{OB}$ .

Значение индекса загрязнения обрабатываемой воды органическими веществами  $N$  устанавливает соотношение концентрации органических веществ  $C_{OB}$ , мгО/дм<sup>3</sup>, и суммы анионов сильных кислот в обрабатываемой воде  $\sum A$ , мг-экв/дм<sup>3</sup>, и определяется по формуле

$$N = \frac{C_{OB}}{\sum A}, \quad (1)$$

Нагрузка по органическим веществам на анионит за фильтроцикл  $H_{OB}$ , гО/дм<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$H_{OB} = \frac{C_{OB} \times Q}{1000 \times V}, \quad (2)$$

где  $C_{OB}$  – средняя за фильтроцикл концентрация органических веществ в обрабатываемой воде, мгО/дм<sup>3</sup>;

$Q$  – количество воды обрабатываемое за фильтроцикл, м<sup>3</sup>;

$V$  – объем анионита в фильтре, м<sup>3</sup>.

Сумма анионов сильных кислот в обрабатываемой воде  $\sum A$ , мг-экв/дм<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$\sum A = \frac{Cl}{35,5} + \frac{SO_4}{48} + \frac{NO_3}{62} + \frac{NO_2}{46}, \quad (3)$$

где  $Cl$  – концентрация хлоридов в осветленной воде, мг/дм<sup>3</sup>;

$SO_4$  – концентрация сульфатов в осветленной воде, мг/дм<sup>3</sup>;

$NO_3$  – концентрация нитратов в осветленной воде, мг/дм<sup>3</sup>;

$NO_2$  – концентрация нитритов в осветленной воде, мг/дм<sup>3</sup>.

В процессе анионирования воды содержание анионов сильных кислот может быть определено как кислотность воды на выходе Н-катионитного фильтра.

При оценке предельно допустимой органической нагрузки следует иметь в виду, что значение концентрации органических веществ, определяемой методом перманганатной окисляемости, в нашей стране принято указывать в расчете на кислород, за рубежом – на  $KMnO_4$ . Различие в значениях определяется кратностью соотношения эквивалентных весов перманганата калия и кислорода в окислительно-восстановительной реакции, которая составляет  $\approx 4$  (точное значение 3,95).

Каждый тип анионообменной смолы обладает различной предельно допустимой органической нагрузкой, превышение которой приводит к необратимому «отравлению» анионита, следствием чего является снижение его технологических показателей, сокращение срока службы смолы.

Предельно допустимая органическая нагрузка для слабоосновных анионитов различных типов (индекс загрязнения обрабатываемой воды органическими веществами и нагрузка по органическим веществам на анионит за фильтроцикл) представлена в таблице 6. Представленные в таблице 6 данные согласуются с требованиями ведущих производителей ионитов.

Таблица 6 – Предельно допустимая органическая нагрузка на слабоосновные аниониты

Тип слабоосновного анионита	Максимально допустимая величина	
	Индекс загрязнения воды органическими веществами, N	Нагрузка по органическим веществам, Н <sub>ОВ</sub> , гО/дм <sup>3</sup>
Поликонденсационная матрица, гелевая структура	1,0	1,5
Полистирольная матрица, макропористая структура	3,0	3,0
Полиакриловая матрица, гелевая структура	5,0	6,3

Исходя из характерного для Российского региона качества обрабатываемой воды и особенностей используемых водоподготовительных технологий, наибольшее распространение получили полиакриловые слабоосновные аниониты гелевой структуры и полистирольные слабоосновные аниониты макропористой структуры. Основная область применения полиакриловых слабоосновных анионитов гелевой структуры определяется как обессоливающие установки, функционирующие по прямоточной технологии с включением фильтров по параллельной схеме. Основная область применения полистирольных слабоосновных анионитов макропористой структуры – обессоливающие установки, функционирующие по прямоточной технологии с блочным включением фильтров, а также противоточные обессоливающие установки, т.е. в системах с принудительным ограничением фильтроциклов.

Для слабоосновных анионитов новых марок, опыт эксплуатации которых в данных конкретных условиях отсутствует, рекомендуется предварительная оценка целесообразности их применения с расчетом нагрузки по органическим веществам на анионит за фильтроцикл, исходя из значений ДОЕ, представленных в приложении Г. В дальнейшем при наладке режима эксплуатации анионитного фильтра проводится более точная оценка фактической нагрузки по органическим веществам на смолу с учетом ее фактического фильтроцикла.

Для объективной оценки эффективности применения новой марки анионита рекомендуется проводить пилотные испытания образца на воде конкретного водисточника с оценкой степени сорбции десорбции смолой органических веществ, остаточного содержания органических веществ в анионите после регенерации.

Вместе с тем для ряда вод характерно загрязнение техногенными органическими веществами, неопределяемыми методом перманганатной окисляемости, но «отравляющими» аниониты, что не позволяет даже приближенно оценить фактор негативного воздействия на смолу.

Принимая во внимание условность метода определения концентрации органических веществ, рекомендуется периодическая диагностика состояния анионитов, исследование динамики закономерного ухудшения их технологических показателей, определение фактического срока их службы в конкретных условиях эксплуатации, оценка потребности проведения сощелочных промывок.

4.4.7 Номенклатура слабоосновных анионитов, применяемых на ВПУ ТЭС, представлена в приложении В. Основные технологические и физико-химические показатели слабоосновных анионитов различных производителей представлены в приложениях Г и Д.

#### **4.5 Основные критерии выбора и требования к качеству сильноосновных анионитов**

4.5.1 Сильноосновные аниониты используются в технологиях и технологических схемах:

- на I ступени проточного анионирования «классических» схем обессоливания воды (при концентрации анионов сильных кислот в обрабатываемой воде менее 0,5 мг-экв/дм<sup>3</sup>);
- на II и III ступени проточного анионирования «классических» схем обессоливания воды;
- в ФСД финишной ступени обессоливания воды;
- в противоточных схемах обессоливания воды;
- в схемах проточного или противоточного Н-ОН-раздельного дообессоливания пермеата ООУ;
- в фильтрах-органопоглотителях;
- в схемах очистки турбинного и производственного конденсата.

4.5.2 Требования к выбору типа и качеству сильноосновных анионитов, предназначенных для применения на ВПУ ТЭС, представлены в таблице 7.

4.5.3 В «классических» проточных схемах обессоливания воды традиционно применяются сильноосновные аниониты (тип 1) с полидисперсным гранулометрическим составом (размером зерен 0,315-1,25 мм и коэффициентом однородности не более 1,7). Также допускается применение анионитов с улучшенным гранулометрическим составом, полученным в результате отсева мелких и крупных фракций, и однородным гранулометрическим составом.

4.5.4 При выборе сильноосновных анионитов, предназначенных для применения в противоточных схемах обессоливания воды с «зажатыми слоями» (UPCORE, Schwebbett, PUROPACK, AMBERPACK), учитывая специфические условия эксплуатации противоточных фильтров, определяющее значение имеют показатели: коэффициент однородности и объемная доля фракции 0,5-0,8 мм. Применение анионитов с однородным гранулометрическим составом моодисперсного класса с коэффициентом однородности не более 1,2 и объемной долей фракции 0,5-0,8 мм не менее 95%, позволяет получить оптимальные технологические показатели противоточного процесса при соблюдении прочих необходимых условий (соответствия типа используемой смолы, высоты слоя, конструкции фильтра, технологического режима и т.п.).

Также допускается применение сильноосновных анионитов с улучшенным гранулометрическим составом:

- полистирольных сильноосновных анионитов макропористой структуры с коэффициентом однородности не более 1,3 и объемной долей фракции 0,5-0,8 мм не менее 90%;
- акриловых сильноосновных анионитов гелевой структуры с коэффициентом однородности не более 1,8 и размером зерен 0,4-1,25 мм;

при условии отсутствия их моодисперсных аналогов в линейке производителя и необходимости, обусловленной особым качеством обрабатываемой воды.

Таблица 7 – Требования к выбору типа и качеству сильноосновных анионитов, применяемых на ВПУ ТЭС

Показатель качества	ОН-анионирование			Органопоглощение	ФСД ОУ	Н-ОН БОУ	ФСД БОУ
	Прямоток <sup>1</sup>		Противоток <sup>2</sup>				
	И и II ступень	III ступень / Н-ОН- дообессоливание пермеата ООУ					
Матрица, структура	Полистирольный сополимер гелевой структуры (тип 1,2) / полистирольный сополимер макропористой структуры (тип 1,2) / акриловый сополимер гелевой структуры	Полистирольный сополимер гелевой структуры (тип 1)	Полистирольный сополимер гелевой структуры (тип 1,2) / полистирольный сополимер макропористой структуры (тип 1,2) / акриловый сополимер гелевой структуры	Полистирольный сополимер макропористой структуры / акриловый сополимер макропористой структуры	Полистирольный сополимер гелевой структуры (тип 1)	Полистирольный сополимер гелевой структуры (тип 1) / полистирольный сополимер макропористой структуры (тип 1)	
Форма поставки	СI-форма					ОН-форма	
ДОЕ, мг-экв/дм <sup>3</sup> , не менее	750/450/750 <sup>3</sup>	750	750/450/750 <sup>3</sup>	-	750	750/450 <sup>3</sup>	
Уд. расход воды на отмывку м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> , не более	6,0 <sup>4</sup>			-	6,0		
Размер зерен, мм	0,315-1,25	0,4-1,25	0,4-0,8/0,4-1,0/ 0,4-1,25 <sup>3</sup>	0,315-1,25	0,4-1,25	0,4-0,8/ 0,4-1,0 <sup>3</sup>	
Объемная доля фракции 0,315-1,25 мм, %, не менее	98/98/ <sup>-3</sup>	99	-	98	99	-/99 <sup>3</sup>	
Объемная доля фракции 0,5-0,8 мм, %, не менее	-		95/90/ <sup>-3</sup>	-	-	95/ <sup>-3</sup>	
Эффективный размер зерна d <sub>эф.</sub> , мм	0,4-0,6/0,4-0,6/ <sup>-3</sup>		-	-	0,4-0,6	-/0,4-0,6 <sup>3</sup>	
Коэффициент однородности, К <sub>одн.</sub> , не более	1,7/1,7/1,8 <sup>3</sup>	1,6	1,2/1,3/1,8 <sup>3</sup>	1,7	1,6	1,2/1,4 <sup>3</sup>	

Окончание таблицы 7

Показатель качества	ОН-анионирование			Органопоглощение	ФСД ОУ	Н-ОН БОУ	ФСД БОУ
	Прямоток <sup>1</sup>		Противоток <sup>2</sup>				
	II ступень	III ступень / Н-ОН- дообессоливание пермеата ООУ					
Осмотическая стабильность, % не менее	98	99	98	99			
Кол-во целых гранул до осмотического шока, %, не менее	90	95	90	95			
Механическая прочность, г/гранулу, не менее	300			400	400/300 <sup>3</sup>		
Массовая доля влаги, %	40-60/50-70/50-70 <sup>3</sup>						
<p>1 - Прямоточная технология ионирования.  2 - Противоточные технологии ионирования с «зажатыми слоями» (UPCORE, Schwebbett, PUROPACK, AMBERPACK).  3 – Значения показателя для полистирольных анионитов гелевой структуры /для полистирольных анионитов макропористой структуры / для акриловых анионитов гелевой структуры.  4 – Для анионитов 1-го типа и акриловых анионитов.</p>							
<p>Н-ОН - технология раздельного Н-ОН-ионирования на последовательно включенных Н-катионитных и анионитных фильтрах.  ООУ - установка обратного осмоса;  ФСД ОУ - фильтры смешанного действия, применяемые на III ступени «классической» схемы обессоливания воды, а также устанавливаемые на выходе противоточной схемы обессоливания воды;  ФСД БОУ - фильтры смешанного действия, применяемые для обессоливания турбинного конденсата на блоках с прямоточными котлами;  Н-ОН БОУ - Н-ОН-обессоливание турбинного конденсата на блоках с прямоточными котлами;  ОУ - обессоливающая установка;  БОУ – блочная обессоливающая установка.</p>							

4.5.5 Типовое разнообразие предлагаемых сильноосновных анионитов позволяет сделать оптимальный выбор, исходя из качественного и количественного состава обрабатываемой воды.

4.5.6 С целью повышения экономичности и технического уровня эксплуатации обессоливающих установок выбор сильноосновных анионитов, предназначенных для применения на II ступени обессоливания, осуществляется с учетом фактора негативного воздействия органических веществ, присутствующих в обрабатываемой воде, который оценивается показателями: индекс загрязнения обрабатываемой воды органическими веществами  $N$  и нагрузка по органическим веществам на анионит за фильтроцикл  $H_{OB}$ , гО/дм<sup>3</sup>.

Значение индекса загрязнения обрабатываемой воды органическими веществами  $N$  устанавливает соотношение концентрации органических веществ  $C_{OB}$ , мгО/дм<sup>3</sup>, и суммарной концентрации анионов слабых кислот в обрабатываемой воде  $\sum A$ , мг-экв/дм<sup>3</sup>, и определяется по формуле

$$N = \frac{C_{OB}}{\sum A}, \quad (4)$$

Суммарная концентрация анионов слабых кислот в обрабатываемой воде  $\sum A$  в мг-экв/дм<sup>3</sup> определяется по формуле

$$\sum A = \frac{CO_2}{22} + \frac{SiO_2}{30}, \quad (5)$$

где  $CO_2$  и  $SiO_2$  – концентрации угольной и кремниевой кислот в H-катионированной воде на входе в анионитный фильтр II ступени, мг/дм<sup>3</sup>.

Для пересчета концентраций  $SiO_2$  и  $CO_2$  из мг/дм<sup>3</sup> в мг-экв/дм<sup>3</sup> эквивалентный вес принимается соответственно 30 и 22, так как в реакции анионного обмена образуются соли  $Na_2SiO_3$  и  $Na_2CO_3$  при стехиометрическом расходе двух катионов натрия на 1 анион угольной и кремниевой кислот.

Нагрузка по органическим веществам на анионит за фильтроцикл  $H_{OB}$ , гО/дм<sup>3</sup>, определяется по формуле 2.

Каждый тип анионообменной смолы обладает различной предельно допустимой органической нагрузкой, превышение которой приводит к необратимому «отравлению» анионита, следствием чего является не только снижение его технологических показателей и сокращение срока службы смолы, но и повышение содержания кремниевой кислоты и катионов натрия в фильтрате. Часто это наблюдается при нарушении режима эксплуатации сильноосновных анионитов, когда анионитный фильтр II ступени выводится на регенерацию не по заданному фильтроциклу, а по предельному «проскоку» кремниевой кислоты в обессоленной воде.

Предельно допустимая органическая нагрузка для сильноосновных анионитов различных типов (индекс загрязнения обрабатываемой воды органическими веществами и нагрузка по органическим веществам на анионит за фильтроцикл) представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Предельно допустимая органическая нагрузка на сильноосновные аниониты

Тип сильноосновного анионита	Максимально допустимая величина	
	Индекс загрязнения воды органическими веществами, N	Нагрузка по органическим веществам, N <sub>ОВ</sub> , гО/дм <sup>3</sup>
Полистирольная матрица, гелевая структура (тип 1)	1,0	0,75/1,0*
Полистирольная матрица, макропористая структура (тип 1)	1,5	1,25/1,5*
Полистирольная матрица, гелевая структура (тип 2)	1,5	1,0
Полистирольная матрица, макропористая структура (тип 2)	2,5	1,5
Полиакриловая матрица, гелевая структура	3,8	2,0
Акриловые аниониты макропористой структуры (органопоглотители)	7,5	2,5-3,0
* В числителе значение показателя для смол полидисперсного грансостава, в знаменателе – для монодисперсных анионитов.		

Представленные в таблице 8 данные согласуются с требованиями ведущих производителей ионитов.

Исходя из характерного для Российского региона качества обрабатываемой воды и особенностей используемых водоподготовительных технологий, наибольшее распространение получили полистирольные сильноосновные аниониты гелевой и макропористой структуры (тип 1). Область применения полистирольных сильноосновных анионитов гелевой структуры определяется как обессоливающие установки, функционирующие по прямоточной технологии вне зависимости от схемы включения фильтров, а также противоточные обессоливающие установки. Основная область применения полистирольных сильноосновных анионитов макропористой структуры – обессоливающие установки, функционирующие по прямоточной технологии с включением фильтров по параллельной схеме. Использование макропористых анионитов позволяет значительно увеличить фильтроцикл работы анионитных фильтров, без отрицательных последствий негативного влияния органических соединений на анионообменную смолу.

Для объективной оценки эффективности применения новой марки анионита рекомендуется проводить пилотные испытания образца на воде конкретного водисточника с оценкой степени сорбции десорбции смолой органических веществ, остаточного содержания органических веществ в анионите после регенерации.

При эксплуатации сильноосновных анионитов рекомендуется периодическая диагностика их состояния, исследование динамики закономерного ухудшения технологических показателей, определение фактического срока их службы в конкретных условиях эксплуатации, оценка потребности проведения сощелочных промывок.

4.5.7 Применение полистирольных сильноосновных анионитов (тип 2), а также акриловых сильноосновных анионитов допустимо как на II ступени прямоточного обессоливания воды, так и противоточных схемах обессоливания при невысоких требованиях к содержанию кремниевой кислоты в фильтрате (например, при наличии дополнительной ступени обескремнивания воды на ФСД или отдельных Н-ОН-ионитных фильтрах). Рекомендуемая область применения подобных анионитов, исходя из качества обрабатываемой воды, при доле кремниевой кислоты в общем анионном

составе Н-катионированной воды менее 30 %.

4.5.8 Для эксплуатации в ФСД применяются сильноосновные аниониты (тип 1) каждой марки в комбинации с соответствующим ему катионитом (смолы предлагаются производителем в паре). Подбор пар ионитов производится исходя из разницы гидродинамических характеристик катионита и анионита и с учетом контраста их цветовой гаммы. Для нейтрализации электрических зарядов, присущих ионитам, при производстве современных смол для ФСД должна применяться их обработка специальными растворами антистатиками.

В ФСД финишной ступени обессоливания воды допускается применение ионитов, специального гранулометрического состава, полученного в результате отсева мелких (крупных) фракций, а при условии стабильных скоростных режимов фильтрации – монодисперсных ионитов.

Что касается ионообменных материалов, предназначенных для работы в ФСД БОУ, то учитывая стабильный и высокоскоростной режим фильтрации турбинного конденсата, выбор монодисперсных смол в данном случае является оптимальным.

В силу особенностей режима эксплуатации ФСД при выборе ионитов особое внимание необходимо уделять таким показателям, определяющим постоянство гранулометрического состава, как механическая прочность и осмотическая стабильность.

4.5.9 Использование сильноосновных анионитов макропористой структуры в схемах очистки турбинного и производственного конденсата обосновывается повышенным содержанием в обрабатываемой воде железо-органических соединений, продуктов коррозии и окислителей.

4.5.10 Номенклатура сильноосновных анионитов, применяемых на ВПУ ТЭС, представлена в приложении В. Основные технологические и физико-химические показатели сильноосновных анионитов различных производителей представлены в приложениях Г и Д.

#### **4.6 Требования к ограничению концентраций примесей в воде, поступающей на обработку на ионообменные фильтры**

4.6.1 К примесям, содержащимся в воде и оказывающим негативное влияние на эксплуатацию ионитов, относятся: взвешенные вещества (механические примеси, в том числе частицы ионообменных смол), коллоиды и непрореагировавшие флокулянты, соединения тяжелых металлов (железа, алюминия и марганца), органические соединения, полимеризованная кремниевая кислота, окислители (свободный хлор, кислород и др.), нефтепродукты и масла, водоросли и бактерии.

4.6.2 Требования к ограничению концентраций примесей в воде, поступающей на обработку на ионообменные фильтры, источники поступления загрязняющих веществ, а также последствия их негативного воздействия на иониты представлены в таблице 9. Представленные в таблице 9 данные согласуются с требованиями ведущих производителей ионитов.

Таблица 9 – Требования к качеству воды, поступающей на обработку на ионообменные фильтры

Примесь (источник поступления)	Воздействие на иониты	Предельная допустимая концентрация, мг/дм <sup>3</sup>
Взвешенные вещества (исходная вода)	Задерживаются ионитом. Увеличивают сопротивление слоя, приводят к возникновению каналов в ионообменной загрузке. Блокируют поверхность и обменные группы ионита, снижают уровень диффузии по всему фильтру.	2,0 – для проточных фильтров; 1,0 – для проточных фильтров, установленных перед противоточной установкой или ООУ; 0,5/0,8* – для противоточных фильтров.
Железо и его соединения (исходная вода, вода, коагулированная солями железа, продукты коррозии)	Осаждаются в форме оксидов и гидроксидов железа в слое ионита, блокируют обменные группы.	0,3 – для проточных Н-катионитных фильтров; 0,1 – для проточных Na-катионитных фильтров, фильтров-органопоглотителей и противоточных фильтров.
Алюминий и его соединения (вода, коагулированная солями алюминия)	Осаждаются в форме гидроксидов алюминия в слое ионита, блокируют обменные группы, снижают пропускную способность фильтра.	0,1
Свободный хлор, кислород, другие окислители (при использовании на стадии предварительной очистки воды)	Окисляют и разрушают матрицу ионита, особенно гелевой структуры в присутствии железа и его соединений, катализирующих процесс.	0,1 – для катионитов; 0,05 – для анионитов
Нефтепродукты и масла (возвратные, турбинные конденсаты)	Образуют пленку на зернах ионита, увеличивают сопротивление слоя, препятствуют реакции ионного обмена, препятствуют эффективной промывке и разделению ионитов.	0,1
Непрореагировавшие флокулянты (при использовании на стадии предварительной очистки воды)	Загрязняют иониты. Увеличивают сопротивление слоя, снижают пропускную способность фильтра, блокируют обменные группы.	отс.
Органические вещества: гумусовые, железо-гуминовые комплексы, лигнинсульфонаты и др. (исходная вода)	Внедряются в матрицу ионита, блокируют обменные группы, снижают обменную емкость, увеличивают расхода воды на отмывку, приводят к ухудшению качества фильтрата, снижают срок службы смолы и т.д. Наиболее негативное влияние оказывают на аниониты.	5,0 (допускается увеличение до 7,0 в паводковый период)**
* Значение показателя в знаменателе – для противоточных установок, предусматривающих емкость для периодического выноса взрыхления катионита. ** Рекомендации по области применения анионитов с учетом фактора негативного воздействия органических веществ приведены в п.п. 3.4.6. и 3.5.6.		

4.6.3 Кремниевая кислота способна к осаждению внутри зерен анионитов. Загрязнение сильноосновного анионита кремниевой кислотой сопровождается снижением его фильтроцикла и повышением остаточного содержания кремния в обессоленной воде.

Для предотвращения подобного явления для сильноосновных анионитов устанавливается предельно допустимая нагрузка по кремниевой кислоте за фильтроцикл – не более 12 г на 1 дм<sup>3</sup> смолы.

Нагрузка по кремниевой кислоте на анионит за фильтроцикл  $H_{SiO_2}$ , г/дм<sup>3</sup> определяется по формуле

$$H_{SiO_2} = \frac{c_{SiO_2} \times Q}{1000 \times V}, \quad (6)$$

где  $c_{SiO_2}$  – средняя за фильтроцикл концентрация кремниевой кислоты в обрабатываемой воде, мг/дм<sup>3</sup>;

$Q$  – количество воды обрабатываемое за фильтроцикл, м<sup>3</sup>;

$V$  – объем анионита в фильтре, м<sup>3</sup>.

#### 4.7 Требования к температурному режиму эксплуатации ионитов

4.7.1 В таблице 10 приведена максимальная допустимая температура обрабатываемой воды для ионитов различных типов.

Таблица 10 – Максимально допустимая температура обрабатываемой воды

Тип ионита	Максимально допустимая температура обрабатываемой воды, °С
Катиониты сильнокислотные полистирольные гелевой и макропористой структуры	120 – Н, Na-форма
Катиониты слабокислотные акриловые гелевой и макропористой структуры	120- Н, Na-форма
Аниониты слабоосновные полистирольные макропористой структуры	60 – СО-форма*
Аниониты слабоосновные акриловые гелевой структуры	40 – СО-форма
Аниониты слабоосновные акриловые макропористой структуры	35 – СО-форма
Аниониты сильноосновные полистирольные (тип 1) гелевой и макропористой структуры*	60 – ОН-форма 100 – Cl-форма
Аниониты сильноосновные полистирольные (тип 2) гелевой и макропористой структуры	30 – ОН, Cl-форма
Аниониты сильноосновные акриловые гелевой структуры	35 – ОН, Cl-форма
Аниониты сильноосновные акриловые и полистирольные макропористой структуры (органопоглотители)	80 – Cl-форма
*В форме свободного основания.	

В таблице 10 указаны значения температуры, при которых начинается активный процесс деградации функциональных групп ионитов. Представленные данные согласованы с требованиями ведущих производителей ионитов и установлены по результатам отечественных исследований.

4.7.2 Принято, что оптимальная температура подогрева обрабатываемой воды при проведении ионообменных процессов, составляет 25±5 °С.

При отказе от подогрева исходной воды и снижении ее температуры до 5-10 °С отмечаются следующие закономерности, требующие увеличения эксплуатационных затрат на водоподготовку:

- повышение сопротивления слоя ионита вследствие снижения вязкости воды на 20-25 %, что, приводит к увеличению расхода электроэнергии при работе насосов;
- снижение кинетики ионного обмена, что приводит к расширению зоны обмена, вследствие чего снижается качество обработанной воды (особенно при работе карбоксильных фильтров, а также на финишной стадии обессоливания воды);
- снижение обменной емкости ионитов на 5-20 %, что в сочетании с ухудшением качества обессоленной воды приводит к необходимости увеличения расхода реагентов на регенерацию.

Таким образом, стремление снизить себестоимость обессоленной воды за счет отказа от подогрева воды исходной приводит к повышению эксплуатационных затрат непосредственно в процессе водоподготовки.

4.7.3 При обессоливании турбинного конденсата не рекомендуется повышение температуры более 45 °С. При более высокой температуре в равновесных условиях обескремнивания конденсата интенсифицируется процесс гидролиза кремнекислой формы сильноосновных функциональных групп анионита, что приводит к увеличению концентрации кремниевой кислоты в обработанном конденсате.

#### **4.8 Основные требования при выборе новой марки ионита**

4.8.1 Решение о замене применяемой на ВПУ марки ионита должно приниматься по истечению его эксплуатационного ресурса (путем оценки его текущих эксплуатационных характеристик и выполнения лабораторных испытаний в соответствии с п. 8.2).

4.8.2 Выбор новой марки ионита, ранее не применявшейся на конкретном объекте, должен осуществляться на основании анализа технического описания продукта. В документе указывается:

- наименование продукта и марки ионита;
- наименование или товарный знак предприятия-владельца торговой марки;
- физико-химические характеристики,
- рекомендации к режиму эксплуатации;

а также с учетом анализа условий эксплуатации конкретной ВПУ:

- качества обрабатываемой воды;
- применяемой технологии ионирования;
- режима эксплуатации ионитных фильтров;
- технологических показателей (эффективности эксплуатации) применяемых на ВПУ ионитов.

4.8.3 Рассматриваемая при выборе марка ионита должна входить в базу ионообменных смол настоящего стандарта (см. приложение Г), при этом технологические и физико-химические характеристики ионита (см. приложение Г), должны соответствовать требованиям, представленным в п.п. 4.2-4.5, с учетом технологической схемы и технологии его предполагаемого применения.

4.8.4 При отсутствии рассматриваемой марки ионита в базе ионообменных смол настоящего стандарта образец смолы должен пройти лабораторные испытания на соответствие требованиям настоящего стандарта и получить положительное заключение на применение на ВПУ ТЭС в конкретной технологии водоподготовки.

4.8.5 Испытания ионитов выполняются лабораторией, аккредитованной для проведения работ по испытаниям объекта: «смолы ионообменные (иониты)» и выполняющей полный комплекс исследований ионитов по показателям, регламентируемым настоящим СТО, в объеме входного контроля (см. п. 8.1.6).

4.8.6 Отбор образцов производится при поставке партии смолы на ТЭС или непосредственно на заводе производства ионита комиссией, в состав которой должны входить:

- представители поставщика, потребителя и организации, выполняющей анализ качества ионитов (при отборе образцов на ТЭС);
  - представители производителя, потребителя или организации, выполняющей анализ качества ионитов (при отборе образцов на заводе производства);
- с составлением соответствующего акта отбора проб.

Порядок отбора представительных проб ионита представлен в п. 8.1.5.

4.8.7 Для ионитов новых марок с положительными результатами первичной экспертизы качества, но при отсутствии опыта эксплуатации на конкретном объекте рекомендуется проведение пилотных испытаний образца на воде конкретного вод источника, а также опытно-промышленной эксплуатации (промышленных испытаний сроком не менее одного года).

4.8.8 Для объективной оценки эффективности эксплуатации ионообменной смолы и оценки целесообразности ее применения необходимо предусмотреть параллельные (сравнительные) испытания разных марок ионитов, как ранее не применявшихся, так и действующих на ВПУ, в равных условиях эксплуатации с определением показателей: рабочей обменной емкости, расходов реагентов и воды на собственные нужды ионитов.

Для анионообменных смол рекомендуется периодический контроль качества воды на входе и выходе анионитных фильтров, а также регенерационного и отмывочного растворов по показателю перманганатной окисляемости для оценки степени сорбции органических веществ в процессе фильтрации и степень их десорбции в процессе регенерации и отмывки. При наличии на ВПУ анионитов разных марок проведение подобных исследований позволяет получить сравнительные данные по эффективности сорбции-десорбции органических веществ разными смолами.

4.8.9 Исследования технологических показателей ионитов производятся в рабочих условиях эксплуатации конкретной ВПУ непосредственно при испытании образцов, загружаемых в ионообменные колонки, устанавливаемые на площадке химического цеха (пилотные испытания) или с загрузкой ионообменной смолы в один фильтр ВПУ (промышленные испытания).

4.8.10 Для пилотных испытаний, моделирующих режим эксплуатации ионитов, применяются ионообменные колонки диаметром не менее 70 мм и высотой не менее 1000 мм. К пилотной установке комплектуется насосное оборудование, обеспечивающее выполнение операций по регенерации ионитов.

4.8.11 Как при проведении промышленных испытаний, так и в режиме обычной эксплуатации не рекомендуется смешение ионитов-аналогов разных марок в одном фильтре, поскольку это препятствует проведению анализа эффективности их применения в конкретных условиях эксплуатации с целью последующего оптимального выбора. В некоторых случаях, например при обессоливании воды в ФСД или в противоточных фильтрах, подобные решения также приведут к нарушениям в процессах регенерации и фильтрации.

Для однокамерных фильтров с двухслойной загрузкой, функционирующих по противоточной технологии, а также ФСД не допускается составление пары ионитов (слабоосновный – сильноосновный аниониты или сильнокислотный катионит – сильноосновный анионит) из марок разных производителей.

4.8.12 При переходе на другую марку ионита ранее применявшийся ионообменный материал выгружается из фильтра полностью и при подтверждении надлежащего его качества (путем оценки его текущих эксплуатационных характеристик и выполнения лабораторных испытаний в соответствии с п. 8.2) может быть использован для досыпки одноименного фильтра, функционирующего с применением ионита соответствующей марки.

4.8.13 Пилотные и промышленные испытания ионитов выполняются с привлечением компаний, специализирующихся на проведении пусконаладочных и режимно-наладочных работ на ионообменном оборудовании водоподготовки. Для проведения пилотных испытаний привлекаемые организации должны располагать соответствующим испытательным оборудованием.

4.8.14 По результатам проведения пилотных и промышленных испытаний ионитов-аналогов различных производителей при получении сопоставимых технико-экономических показателей их применения (с учетом действующих цен на иониты, потребление воды и реагенты) предпочтение отдается ионитам отечественного производства и смолам, производимым в странах Азии.

## **5 Рекомендации по проведению технологических операций и режимам эксплуатации ионитов**

### **5.1 Общие положения**

5.1.1 Представленные требования и рекомендации по проведению технологических операций и режимам эксплуатации ионитов определены на основании данных ведущих производителей смол, результатов отечественных исследований, а также обобщения и анализа технологических показателей эксплуатации действующих ВПУ ТЭС.

5.1.2 При выполнении условий взаимной нейтрализации кислых и щелочных стоков обессоливающей установки представленные на регенерацию ионитов расходы 100%-ной серной кислоты и 100%-ного едкого натра могут корректироваться в соответствии с балансом нейтрализации.

5.1.3 Оптимальный режим работы и регенерации как прямоточных, так и противоточных фильтров уточняется по результатам проведения режимно-наладочных работ в конкретных условиях эксплуатации ВПУ.

## 5.2 Требования к высоте загрузки ионитов в фильтре

5.2.1 Минимальная высота загрузки слоя ионита в прямомочном фильтре – 0,8 м, устанавливаемая ведущими производителями ионообменных смол, является обязательной для обеспечения нормального функционирования дренажно-распределительной системы фильтра, но не оптимальной с точки зрения обеспечения высоких технологических показателей работы смолы.

Поскольку высота фильтрующего слоя определяет время контакта обрабатываемой воды с ионитом при фильтрации и раствора реагента при регенерации, то увеличение высоты загрузки смолы только способствует повышению технологических показателей работы фильтра. При этом на II ступени анионирования высота загрузки ионообменной смолы оказывает влияние, не только на технологические показатели работы фильтра, но и на качество фильтрата – глубину удаления кремниевой кислоты.

5.2.2 Высота загрузки фильтров, функционирующих в прямомочном режиме регенерации, определяется с учетом обеспечения относительного расширения слоя смолы при взрыхлении. В таблице 11 представлены высоты загрузки слоя при использовании фильтров стандартных типоразмеров для разных ступеней прямомочного ионирования.

Таблица 11 – Высота загрузки слоя ионита при прямомочном ионировании воды

Степень прямомочного ионирования воды	Тип фильтра	Относительное расширение слоя ионита при взрыхлении, %	Высота загрузки слоя ионита, м*
Органопоглощение	ФИПаI	60-80	1,6-1,8
Н-катионирование на карбоксильных катионитах		60-80	1,2-1,4
I степень Н-катионирования (Na-катионирования)		50-70	1,8-2,0
I степень анионирования		60-80	1,6-1,8
II и III степень Н-катионирования (Na-катионирования)	ФИПаII (ФИПаI)	50-70	1,0-1,2
II и III степень анионирования		60-80	1,0-1,1 (1,0-1,5)
Н-катионирование пермеата ООУ		50-70	1,0-1,2
Анионирование пермеата ООУ		60-80	1,0-1,1 (1,0-1,5)
Обессоливание в ФСД	ФИСДВР	90-100	катионит – 0,6** анионит – 0,6
* Высота загрузки фильтра в «истощенной» форме ионообменной смолы, т.е. перед проведением операции взрыхления. ** Высота слоя катионита в ФСД корректируется в соответствии с расположением средней распределительной системы фильтра.			

Представленные в таблице 11 высоты загрузки обеспечиваются при использовании в фильтре нижних дренажно-распределительных устройств (НДРУ) с колпачковыми фильтроэлементами, т.е. при отсутствии дополнительного подстилочного слоя антрацита.

5.2.3 В ионитных фильтрах рекомендуется применять современные НДРУ со щелевыми колпачками. Использование эффективных НДРУ позволяет значительно повысить технологические показатели эксплуатации фильтров. Напротив, наличие подстилочного слоя антрацита сокращает рабочий объем фильтра и увеличивает его гидравлическое сопротивление.

При выборе ионитов монодисперсного гранулометрического состава применение современных НДРУ и их поддержание в хорошем состоянии является необходимым условием. Поскольку размер зерен монодисперсных смол составляет 0,50-0,65 мм, что является сопоставимым размером с размерами дефектов стандартных нижних дренажных систем (износ щелей, дефектная приварка желобков, механическая деформация желобков и др.), не исключается вынос частиц фильтрующей загрузки через деформированные щели дренажных систем.

Смолы полидисперсного гранулометрического состава менее подвержены опасности выноса из-за дефектов НДРУ, поскольку диаметр частиц ионита, оседающих на дне фильтра в результате их естественной классификации, составляет порядка 1,2 мм.

5.2.4 Противоточные технологии с «зажатыми слоями» обеспечивают максимальное заполнение фильтра ионообменной смолой с образованием минимального свободного пространства.

Высота загрузки фильтров как стандартных типоразмеров (противоточных: типа ФИПр, ФИПр-ЗС, ФИПр-ЗС-2к, ФИПр-А-О, ФИПр-А-У, ИФПр-ЗС, ИФПр-ЗС-2к; параллельноточных: типа ФИПаI, реконструированных под противоточную технологию), так и нестандартных, функционирующих в противоточном режиме регенерации, определяется с учетом обеспечения свободного пространства над слоем фильтрующей загрузки от 200 до 250 мм. Замер высоты свободного пространства в фильтре производится в ионной форме максимального расширения ионообменной смолы. При этом следует учитывать, что процессы UPCORE, Schwebbett и PUROPACK предполагают наличие слоя плавающего инертного материала непосредственно под верхним распределительным устройством фильтра (высота слоя инертного материала составляет от 100 до 250 мм). Процесс AMBERPACK может быть реализован, как с применением слоя инертного материала, так и без него.

При выборе противоточных фильтров нестандартных размеров помимо выше перечисленных условий также следует учитывать, что минимально допустимая высота загрузки слоя ионита в фильтре должна быть не менее 1,2 м.

Более точно для конкретных условий эксплуатации ВПУ высота фильтрующей загрузки противоточных фильтров определяется с использованием соответствующих комплексных компьютерных программ, разработчиков противоточной технологии (далее по тексту – «комплексных программ»):

- CADIX (технология UPCORE);
- LewaPlus (технология Schwebbett);
- PUREDESIGN (технология PUROPACK);
- IXCalc (технология AMBERPACK).

5.2.5 Для технологических схем с блочным включением фильтров высоты загрузки ионитов рассчитываются проектной и корректируются пусконаладочной организациями с учетом ионного состава обрабатываемой воды и применяемых фильтрующих

материалов.

### 5.3 Режим проведения технологических операций при эксплуатации катионитов

5.3.1 Режим проведения технологических операций при эксплуатации сильнокислотных катионитов в прямоточных схемах умягчения воды представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Режим проведения технологических операций (технология прямоточного Na-катионирования воды)

Операция	Среда	Скорость, м/ч	Время, мин	Количество в расчете на Na-форму катионита
Фильтрация	I степень – осветленная вода	I степень – 5-25	-	-
	II степень – Na-катионированная вода I степени	II степень – 5-40		
Взрыхление	I степень – осветленная вода или слабоминерализованные отмывочные воды	7-12	20-30*	-
	II степень – Na-катионированная вода I степени			
Пропуск регенерационного раствора	8-10% NaCl	3-5	не менее 30	Расход 100%-ного NaCl, кг/м <sup>3</sup> : I степень – 110-150 II степень – 80-100
Медленная отмывка	I степень – осветленная вода		-	1-2 ОЗ
	II степень – Na-катионированная вода I степени			
Быстрая отмывка	I степень – осветленная вода	10-20	-	I степень – 2-4 ОЗ**
	II степень – Na-катионированная вода I степени			II степень – 3-6 ОЗ**
* Продолжительность операции при максимальной скорости подачи взрыхляющей воды, исключая вынос рабочей фракции ионита.				
** Независимо от нормируемого объема отмывочной воды окончание быстрой отмывки определяется показателями качества сбросных вод, регламентируемыми режимной картой.				
ОЗ – объем загрузки смолы в фильтре.				
Примечание – режим проведения технологических операций рассчитан на применение фильтров стандартных типоразмеров: ФИПаI и ФИПаII.				

Эффективность взрыхления фильтрующих материалов определяется интенсивностью его проведения, поэтому взрыхление следует вести с максимально возможным расходом воды, который ограничивается только одним фактором – выносом рабочих зерен ионитов. Взрыхление сильнокислотных катионитов необходимо проводить с плавным повышением скорости от 5 м/ч до максимально допустимой, исключая вынос рабочей фракции материала. Продолжительность операции составляет 10-30 минут при максимальной скорости подачи взрыхляющей воды. В отдельных случаях время операции увеличивается, и взрыхление заканчивается при полном осветлении сбросных вод.

5.3.2 Режим проведения технологических операций при эксплуатации сильнокислотных катионитов в противоточных схемах умягчения воды представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Режим проведения технологических операций (технология противоточного Na-катионирования воды)

Операция	Среда	Скорость, м/ч			Время, мин	Количество в расчете на Na-форму катионита
		UPC	PUR/Sch	AMB		
Фильтрация	Осветленная вода	Min			-	-
		8	10-12	25		
		Max 40				
Подъем и уплотнение слоя*	Na-катионированная вода	45-50	-	-	3	-
Пропуск регенерационного раствора	8-10% NaCl	10-12	5	5	не менее 15	Расход 100%-ного NaCl, кг/м <sup>3</sup> : 80-100
Медленная отмывка	Na-катионированная вода				-	2 ОЗ
Осаждение слоя*	-	-	-	-	5	-
Быстрая отмывка	Осветленная вода	20	12-40	25-40	-	3-4 ОЗ**
* Для технологии UPCORE. ** Независимо от нормируемого объема отмывочной воды окончание быстрой отмывки определяется показателями качества сбросных вод, регламентируемыми режимной картой.						
UPC – технология UPCORE; PUR – технология PUROPACK; Sch – технология Schwebbett; AMB – технология AMBERPACK. ОЗ – объем загрузки смолы в фильтре.						
Примечание – режим проведения технологических операций рассчитан на применение противоточных фильтров стандартных типоразмеров: ФИПр, ФИПр-ЗС, ФИПр-А-У, ИФПр-ЗС, а также фильтров типа ФИПаI, реконструированных под противоточную технологию.						

Применение противоточных технологий, предусматривающих фильтрацию в восходящем потоке (Schwebbett, PUROPACK, AMBERPACK), допускает проведение периодических выносных взрыхлений катионита, для чего устанавливается специальная емкость.

Более точно для конкретных условий эксплуатации ВПУ расчет режима работы и регенерации противоточных Na-катионитных фильтров выполняется с использованием соответствующих комплексных программ.

5.3.3 Режим проведения технологических операций при эксплуатации слабокислотных катионитов представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Режим проведения технологических операций (технология умягчения воды в карбоксильных фильтрах)

Операция	Среда	Скорость, м/ч	Время, мин	Количество в расчете на H-форму катионита
Фильтрация	Осветленная вода	5-20	-	-
Взрыхление		7-12	20-30*	-

Окончание таблицы 14

Операция	Среда	Скорость, м/ч	Время, мин	Количество в расчете на Н-форму катионита
Пропуск регенерационного раствора	0,5-0,8% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> или регенерационные воды основного Н-катионитного фильтра I ступени	12-20	не менее 30	Уд. расход 100%-ной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , г-эв/г-экв: 1,0 -1,3
Отмывка по линии регенерации	Осветленная вода или отмывочные воды основного Н-катионитного фильтра I ступени		-	1-2 ОЗ
Отмывка по линии фильтрации	Осветленная вода	10-20	-	8-16 ОЗ**
* Продолжительность операции при максимальной скорости подачи взрыхляющей воды, исключающей вынос рабочей фракции ионита. **Независимо от нормируемого объема отмывочной воды окончание отмывки по линии фильтрации определяется показателями качества сбросных вод, регламентируемыми режимной картой.				
ОЗ – объем загрузки смолы в фильтре.				
Примечание – режим проведения технологических операций рассчитан на применение фильтров стандартных типоразмеров – ФИПаI.				

Эффективность взрыхления фильтрующих материалов определяется интенсивностью его проведения, поэтому взрыхление следует вести с максимально возможным расходом воды, который ограничивается только одним фактором – выносом рабочих зерен ионитов. Взрыхление слабокислотных катионитов необходимо проводить с плавным повышением скорости от 5 м/ч до максимально допустимой, исключающей вынос рабочей фракции материала. Продолжительность операции составляет 10-20 минут при максимальной скорости подачи взрыхляющей воды. В отдельных случаях время операции увеличивается, и взрыхление заканчивается при полном осветлении сбросных вод.

При проведении совместной регенерации предвключенного и основного Н-катионитных фильтров I ступени во избежание гипсования карбоксильного катионита рекомендуется осуществлять сброс кислых и отмывочных регенерационных вод сильнокислотного катионита в специально выделенный бак, в котором организуется их перемешивание с целью усреднения и, при необходимости, разбавление осветленной водой для достижения концентрации кислоты 0,5-0,8%.

Также допускается ограничивать концентрацию серной кислоты, подаваемой на основной Н-катионитный фильтр I ступени (при совместной регенерации трех ступеней – подаваемой на Н-катионитный фильтр II ступени) с целью получения сбросных вод после основного Н-катионитный фильтр I ступени концентрацией не более 0,8%.

5.3.4 Режим проведения технологических операций при эксплуатации сильнокислотных катионитов в прямоточных схемах обессоливания воды представлен в таблицах 15-17.

Таблица 15 – Режим проведения технологических операций (технология проточного Н-катионирования воды)

Операция	Среда	Скорость, м/ч	Время, мин	Количество в расчете на Н-форму катионита
Фильтрация	I ступень – осветленная вода	I ступень – 5-20	-	-
	II ступень – частично-обессоленная вода	II ступень – 5-30		
	III ступень – обессоленная вода	III ступень – 5-40		
Взрыхление	I ступень – осветленная вода	7-12	20-30*	-
	II ступень – частично-обессоленная вода			
	III ступень – обессоленная вода			
Пропуск регенерационного раствора	I ступень – 1,5/4,0 % H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> **	10	не менее 30	Расход 100%-ной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , кг/м <sup>3</sup> : I ступень – 60-100*** II ступень – 80-100 III ступень – 100-120
	II ступень – 4 % H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> **			
	III ступень – 4,0 % H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			
Отмывка по линии регенерации	I ступень – осветленная вода	-	-	1-2 ОЗ
	II ступень – частично-обессоленная вода			
	III ступень – обессоленная вода			
Отмывка по линии фильтрации	I ступень – осветленная	10-20	-	I ступень – 3-6 ОЗ****
	II ступень – частично-обессоленная вода			II ступени – 5-10 ОЗ****
	III ступень – обессоленная вода			-
* Продолжительность операции при максимальной скорости подачи взрыхляющей воды, исключающей вынос рабочей фракции ионита.				
** Поэтапное увеличение концентрации кислоты в регенерационном растворе в пропорции 50/50 % от суммарного объема.				
*** При наличии в схеме предвключенного Н-катионитного фильтра расход 100%-ной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> определяется в расчете на суммарный объем загрузки предвключенного и основного Н-катионитных фильтров I ступени.				
**** Независимо от нормируемого объема отмывочной воды окончание отмывки по линии фильтрации определяется показателями качества сбросных вод, регламентируемыми режимной картой.				
ОЗ – объем загрузки смолы в фильтре.				
Примечание – режим проведения технологических операций рассчитан на применение фильтров стандартных типоразмеров: ФИПаI и ФИПаII.				

Для увеличения эффективности регенерации Н-катионитных фильтров I и II ступени и повышения их технологических показателей применяется поэтапное увеличение концентрации серной кислоты при пропуске регенерационного раствора. При этом если регенерация Н-катионитных фильтров I ступени проводится с небольшим расходом серной кислоты (например, 60 кг 100%-ной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> на 1 м<sup>3</sup> загрузки катионита), то регенерация проводится в два этапа с концентрацией 1,5% и 3,0-4,0% в пропорции 50% на 50% от суммарного объема. Если же расход реагента составляет 100 кг 100%-ной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> на 1 м<sup>3</sup> загрузки катионита, то рекомендуется проводить регенерацию в три этапа с концентрацией 1,5%; 3,0% и 5,0% в пропорции 40%; 40% и 20% от суммарного объема.

Исходя из теории ионного обмена и опыта эксплуатации Н-катионитных фильтров снижение абсолютного расхода 100%-ной серной кислот на регенерацию катионита до минимально допустимого значения, регламентируемого таблицей 15, в итоге способствует оптимизации удельного расхода 100%-ной  $H_2SO_4$ , выражаемого в граммах 100%-ного реагента на грамм удаляемых из воды катионов (г/г-экв).

Таблица 16 – Режим проведения технологических операций (технология прямочного Н-катионирования воды с применением ступенчато-противоточной регенерации)

Операция	Среда	Скорость, м/ч	Время, мин	Количество в расчете на Н-форму катионита
Фильтрация	I ступень – осветленная вода	I ступень – 5-20	-	-
	II ступень – частично-обессоленная вода	II ступень – 5-30		
Взрыхление	I ступень – осветленная вода	7-12	20-30*	-
	II ступень – частично-обессоленная вода			
Пропуск регенерационного раствора	I ступень – регенерационные воды Н-катионитного фильтра	10	не менее 30	Расход 100%-ной $H_2SO_4$ , кг/м <sup>3</sup> , в расчете на I ступень – 60-100***
	II ступень – 2,0/4,0 % $H_2SO_4$ **			
Отмывка по линии регенерации	I ступень – отмывочные воды Н-катионитного фильтра		-	2-4 CO <sub>2</sub>
	II ступень – частично-обессоленная вода			
Отмывка по линии фильтрации	I ступень – осветленная вода	10-20	-	I ступень – 3-6 O <sub>3</sub> ****
	II ступень – частично-обессоленная вода			II ступень – 5-10 O <sub>3</sub> ****
<p>* Продолжительность операции при максимальной скорости подачи взрыхляющей воды, исключая вынос рабочей фракции ионита.  ** Поэтапное увеличение концентрации кислоты в регенерационном растворе в пропорции 50/50 %.  *** Учитывая низкую катионную нагрузку за фильтроцикл на Н-катионитный фильтр II ступени условно принимается, что весь объем пропускаемого раствора серной кислоты идет на регенерацию Н-катионитного фильтра I ступени.  При наличии в схеме предвключенного Н-катионитного фильтра расход 100%-ной <math>H_2SO_4</math> определяется в расчете на суммарный объем загрузки предвключенного и основного Н-катионитных фильтров I ступени.  В схемах с блочным включением фильтров расход 100%-ной <math>H_2SO_4</math> может определяться балансом нейтрализации кислых и щелочных стоков.  **** Независимо от нормируемого объема отмывочной воды окончание отмывки по линии фильтрации определяется показателями качества сбросных вод, регламентируемыми режимной картой.</p>				
<p>O<sub>3</sub> – объем загрузки смолы в фильтре.  CO<sub>2</sub> – суммарный объем загрузки смолы для двух ступеней.</p>				
<p>Примечание – режим проведения технологических операций рассчитан на применение фильтров стандартных типоразмеров: ФИПаI и ФИПаII.</p>				

Таблица 17 – Режим проведения технологических операций (технология прямочного Н-катионирования пермеата ООУ)

Операция	Среда	Скорость, м/ч	Время, мин	Количество в расчете на Н-форму катионита
Фильтрация	Пермеат ООУ	5-40	-	-

Окончание таблицы 17

Операция	Среда	Скорость, м/ч	Время, мин	Количество в расчете на Н-форму катионита
Взрыхление		7-12	20-30*	-
Пропуск регенерационного раствора	3,0/5,0 % H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> **	10	не менее 30	Расход 100%-ной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , кг/м <sup>3</sup> : 100-120
Отмывка по линии регенерации	Пермеат ООУ		-	1-2 ОЗ
Отмывка по линии фильтрации	Пермеат ООУ	10-20	-	-
* Продолжительность операции при максимальной скорости подачи взрыхляющей воды, исключающей вынос рабочей фракции ионита. ** Поэтапное увеличение концентрации кислоты в регенерационном растворе в пропорции 50/50 %.				
ОЗ – объем загрузки смолы в фильтре. ООУ – обратноосмотическая установка.				
Примечание – режим проведения технологических операций рассчитан на применение фильтров стандартных типоразмеров: ФИПаI и ФИПаII.				

4.3.5 Режим проведения технологических операций при эксплуатации сильнокислотных катионитов в противоточных схемах обессоливания воды представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Режим проведения технологических операций (технология противоточного Н-катионирования воды)

Операция	Среда	Скорость, м/ч			Время, мин	Количество в расчете на Н-форму катионита
		UPC	PUR/Sch	AMB		
Фильтрация	Осветленная вода	Min			-	-
		8	12-14	25		
		Max 40				
Подъем и уплотнение слоя*	Обессоленная вода	40-45	-	-	3	-
Пропуск регенерационного раствора	1,5 / 3,0-4,0 % H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> **	12-14	10	10	не менее 20	Расход 100%-ной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , кг/м <sup>3</sup> : 60-100***
Отмывка по линии регенерации	Обессоленная вода				-	2 ОЗ
Осаждение слоя*	-	-	-	-	5	-
Отмывка по линии фильтрации	Осветленная вода	20	14-40	25-40	-	2-3 ОЗ****
* Для технологии UPCORE. ** Поэтапное увеличение концентрации кислоты в регенерационном растворе в пропорции 50/50 %. *** При выполнении условий взаимной нейтрализации кислых и щелочных стоков противоточной установки расход 100%-ной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> может определяться балансом нейтрализации. **** Независимо от нормируемого объема отмывочной воды окончание отмывки по линии фильтрации определяется показателями качества сбросных вод, регламентируемыми режимной картой.						
UPC – технология UPCORE; PUR – технология PUROPACK; Sch – технология Schwebbett; AMB – технология AMBERPACK. ОЗ – объем загрузки смолы в фильтре.						
Примечание – режим проведения технологических операций рассчитан на применение противоточных фильтров стандартных типоразмеров: ФИПр, ФИПр-ЗС, ФИПр-А-О, ИФПр-ЗС, ИФПр-ЗС-2к, ИФПр-ЗС-2ж, а также фильтров типа ФИПаI, реконструированных под противоточную технологию.						

Применение противоточных технологий, предусматривающих фильтрацию в восходящем потоке (Schwebebett, PUROPACK, AMBERPACK), допускает проведение периодических выносных взрыхлений катионита, для чего устанавливается специальная емкость.

Для сокращения расхода воды на собственные нужды ВПУ на стадии завершающей отмывки рекомендуется применять совместную отмывку Н-катионитного и анионитного фильтра противоточной установки (реализуется при одновременном выводе фильтров «цепочки» на регенерацию). Отмывка производится по линии рециркуляции с подачей слабоминерализованных отмывочных вод анионитного фильтра в накопительные баки перед противоточной установкой (в зависимости от применяемой технологической схемы – баки коагулированной или известково-коагулированной воды, ультрафильтрата, пермеата).

Более точно для конкретных условий эксплуатации ВПУ расчет режима работы и регенерации противоточных Н-катионитных фильтров выполняется с использованием соответствующих комплексных программ.

#### 5.4 Режим проведения технологических операций при эксплуатации анионитов

5.4.1 Режим проведения технологических операций при эксплуатации анионитов-органопоглотителей представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Режим проведения технологических операций (технология органопоглощения)

Операция	Среда	Скорость, м/ч	Время	Количество в расчете на Cl-форму анионита
Фильтрация	Осветленная вода	5-20	-	-
Взрыхление		6-10	20-30 мин.*	-
Пропуск регенерационного раствора	10% NaCl + 2% NaOH	3-4	-	2 ОЗ
Выдержка в растворе		0	8 ч.	1 ОЗ
Медленная отмывка	Осветленная вода	3-5	-	1-2 ОЗ
Быстрая отмывка		10-20	-	3-8 ОЗ**
* Продолжительность операции при максимальной скорости подачи взрыхляющей воды, исключаяющей вынос рабочей фракции ионита.				
** Независимо от нормируемого объема отмывочной воды окончание быстрой отмывки определяется показателями качества сбросных вод, регламентируемыми режимной картой.				
ОЗ – объем загрузки смолы в фильтре.				
Примечание – режим проведения технологических операций рассчитан на применение фильтров стандартных типоразмеров – ФИПаI.				

Для оптимизации процесса регенерации фильтров-органопоглотителей с достижением максимальной степени удаления органических веществ из анионита рекомендуется предусмотреть подогрев регенерационного раствора до температуры 40-45 °С.

5.4.2 Режим проведения технологических операций при эксплуатации слабоосновных анионитов в прямоточных схемах обессоливания воды представлен в таблицах 20, 22.

Таблица 20 – Режим проведения технологических операций (технология прямоточного анионирования воды в анионитных фильтрах I ступени)

Операция	Среда	Скорость, м/ч	Время, мин	Количество в расчете на ОН-форму анионита
Фильтрация	Н-катионированная вода I ступени	5-20	-	-
Взрыхление	Частично-обессоленная вода или слабоминерализованные отмывочные воды анионитных фильтров I и II ступени	5-15	20-30*	-
Пропуск регенерационного раствора	4,0 % NaOH (2,0% NaOH для АН-31)	4	не менее 30	Расход 100%-ного NaOH, кг/м <sup>3</sup> : 50-80
Отмывка по линии регенерации	Частично-обессоленная вода		-	2 ОЗ
Отмывка по линии фильтрации	Н-катионированная вода I ступени	10-20	-	4-10/10-16** ОЗ***
<p>* Продолжительность операции при максимальной скорости подачи взрыхляющей воды, исключаяющей вынос рабочей фракции ионита.</p> <p>** В числителе – для полистирольных анионитов и АН-31, в знаменателе – для акриловых анионитов.</p> <p>*** Независимо от нормируемого объема отмывочной воды окончание отмывки по линии фильтрации определяется показателями качества сбросных вод, регламентируемыми режимной картой.</p>				
ОЗ – объем загрузки смолы в фильтре.				
Примечание – режим проведения технологических операций рассчитан на применение фильтров стандартных типоразмеров – ФИПаI.				

Эффективность взрыхления фильтрующих материалов определяется интенсивностью его проведения, поэтому взрыхление следует вести с максимально возможным расходом воды, который ограничивается только одним фактором – выносом рабочих зерен ионита. Взрыхление слабоосновных анионитов необходимо проводить с плавным повышением скорости от 5 м/ч до максимально допустимой, исключаяющей вынос рабочей фракции материала. Продолжительность операции составляет 10-20 минут при максимальной скорости подачи взрыхляющей воды. В отдельных случаях время операции увеличивается, и взрыхление заканчивается при полном осветлении сбросных вод.

Для оптимизации процесса регенерации и более полного удаления из смолы органических веществ рекомендуется регенерация с выдержкой анионита в растворе щелочи в течение двух часов после пропуска основного объема регенерационного раствора.

Не допускается использовать для регенерации слабоосновных анионитов сбросные воды от регенерации анионитных фильтров I ступени.

Для сокращения расхода воды на собственные нужды ВПУ рекомендуется слабоминерализованные отмывочные воды от регенерации анионитных фильтров I ступени подавать на повторное использование в баки коагулированной (известково-коагулированной) воды.

5.4.3 Режим проведения технологических операций при эксплуатации сильноосновных анионитов в прямоточных схемах обессоливания воды представлен в таблицах 21-23.

Таблица 21 – Режим проведения технологических операций (технология прямоточного анионирования воды в анионитных фильтрах II и III ступени)

Операция	Среда	Скорость, м/ч	Время, мин	Количество в расчете на ОН-форму анионита
Фильтрация	II ступень – Н-катионированная вода II ступени	II ступень – 5-20	-	-
	III ступень – Н-катионированная вода III ступени	III ступень – 5-40		
Взрыхление	II ступень – частично-обессоленная вода	5-10	20-30*	-
	III ступень – обессоленная вода			
Пропуск регенерационного раствора	3,0-4,0% NaOH	4	не менее 30	Расход 100%-ного NaOH, кг/м <sup>3</sup> : II ступень – 80-100 III ступень – 100-120
Отмывка по линии регенерации	II ступень – частично-обессоленная вода		-	2 ОЗ
	III ступень – обессоленная вода			
Отмывка по линии фильтрации	II ступень – Н-катионированная вода II ступени	10-20	-	II ступень – 6-12 ОЗ**
	III ступень – Н-катионированная вода III ступени			-
* Продолжительность операции при максимальной скорости подачи взрыхляющей воды, исключающей вынос рабочей фракции ионита.				
** Независимо от нормируемого объема отмывочной воды окончание отмывки по линии фильтрации определяется показателями качества сбросных вод, регламентируемыми режимной картой.				
ОЗ – объем загрузки смолы в фильтре.				
Примечание – режим проведения технологических операций рассчитан на применение фильтров стандартных типоразмеров – ФИПаП.				

Эффективность взрыхления фильтрующих материалов определяется интенсивностью его проведения, поэтому взрыхление следует вести с максимально возможным расходом воды, который ограничивается только одним фактором – выносом рабочих зерен ионита. Взрыхление сильноосновных анионитов необходимо проводить с плавным повышением скорости от 5 м/ч до максимально допустимой, исключающей вынос рабочей фракции материала. Продолжительность операции составляет 10-30 минут при максимальной скорости подачи взрыхляющей воды. В отдельных случаях время операции увеличивается, и взрыхление заканчивается при полном осветлении сбросных вод.

Для оптимизации процесса регенерации анионитных фильтров II ступени рекомендуется предусмотреть подогрев регенерационного раствора едкого натра до температуры 40-45 °С (только при применении сильноосновных анионитов 1-го типа).

Не допускается использовать для регенерации сильноосновных анионитов сбросные воды от регенерации анионитных фильтров II ступени.

Для сокращения расхода воды на собственные нужды ВПУ рекомендуется слабоминерализованные отмывочные воды от регенерации анионитных фильтров II и III ступени подавать на повторное использование в баки частично-обессоленной воды или использовать для взрыхления анионитных фильтров I ступени, для чего следует предусмотреть специальный накопительный бак. Не допускается подача щелочных отмывочных вод в баки частично-обессоленной воды, расположенные непосредственно перед анионитными фильтрами.

Таблица 22 – Режим проведения технологических операций (технология проточного анионирования воды с применением ступенчато-противоточной регенерации)

Операция	Среда	Скорость, м/ч	Время, мин	Количество в расчете на OH-форму анионита
Фильтрация	I ступень – H-катионированная вода I ступени	I ступень – 5-20	-	-
	II ступень – H-катионированная вода II ступени	II ступень – 5-30		
Взрыхление	I ступень – частично-обессоленная вода или слабоминерализованные отмывочные воды анионитного фильтра II ступени	I ступень – 5-15	20-30*	-
	II ступень – частично-обессоленная вода	II ступень – 5-10		
Пропуск регенерационного раствора	I ступень – регенерационные воды анионитного фильтра II ступени	4	не менее 30	Расход 100%-ного NaOH, кг/м <sup>3</sup> в расчете на II ступень – 100-150**
	II ступень – 4,0 % NaOH			
Отмывка по линии регенерации	I ступень – отмывочные воды анионитного фильтра II ступени	-	-	2-4 CO <sub>2</sub>
	II ступень – частично-обессоленная вода			
Совместная отмывка по линии фильтрации	I ступень – отмывочные воды анионитного фильтра II ступени	10-20		-
	II ступень – H-катионированная вода II ступени			II ступень – 6-12 O <sub>3</sub> ***
Раздельная отмывка по линии фильтрации	I ступень – H-катионированная вода I ступени			I ступень – 4-8/10-14**** O <sub>3</sub> ****

\* Продолжительность операции при максимальной скорости подачи взрыхляющей воды, исключая вынос рабочей фракции ионита.  
\*\* Расход едкого натра в расчете на 1 м<sup>3</sup> сильноосновного в условиях ограничения его фильтроцикла в соответствии с предельно допустимой органической нагрузкой обеспечивает регенерацию анионитов двух ступеней, поскольку на выходе из фильтров II ступени остается большой избыток реагента.  
В схемах с блочным включением фильтров расход 100%-ного NaOH может определяться балансом нейтрализации кислых и щелочных стоков.  
\*\*\* В числителе – для полистирольных анионитов макропористой структуры и анионита марки АН-31, в знаменателе – для акриловых анионитов гелевой структуры.  
\*\*\*\* Независимо от нормируемого объема отмывочной воды окончание отмывки по линии фильтрации определяется показателями качества сбросных вод, регламентированными режимной картой.

## Окончание таблицы 22

Операция	Среда	Скорость, м/ч	Время, мин	Количество в расчете на ОН-форму анионита
ОЗ – объем загрузки смолы в фильтре; СОЗ – суммарный объем загрузки смолы для двух ступеней.				
Примечание – представленный режим совместной отмычки анионитных фильтров является типовым решением при эксплуатации «классических» схем обессоливания воды. Режим проведения технологических операций рассчитан на применение фильтров стандартных типоразмеров: ФИПаI и ФИПаII.				

Применение схем совместных регенераций анионитных фильтров позволяет сократить расход едкого натра и воды на собственные нужды ВПУ.

При проведении совместных регенераций рекомендуется сбрасывать первую порцию регенерационных вод, насыщенных кремниевой кислотой и органическими веществами, десорбированными из сильноосновного анионита и вызывающими необратимое загрязнение анионита слабоосновного (примерно 1/3 от суммарного объема регенерационного раствора). Несмотря на это, целесообразно периодически (через 3-5 совместных регенераций) проводить одну отдельную регенерацию анионитного фильтра I ступени для более глубоко выделения органических веществ из слабоосновного анионита.

Таблица 23 – Режим проведения технологических операций (технология прямоточного анионирования пермеата ООУ)

Операция	Среда	Скорость, м/ч	Время, мин	Количество в расчете на ОН-форму анионита
Фильтрация	Н-катионированная воды	5-40	-	-
Взрыхление	Пермеат ООУ	5-10	20-30*	-
Пропуск регенерационного раствора	4,0 % NaOH	4	не менее 30	Расход 100%-ного NaOH, кг/м <sup>3</sup> : 80-100
Отмычка по линии регенерации	Пермеат ООУ		-	2 ОЗ
Отмычка по линии фильтрации	Н-катионированная воды	10-20	-	-
* Продолжительность операции при максимальной скорости подачи взрыхляющей воды, исключающей вынос рабочей фракции ионита.				
ОЗ – объем загрузки смолы в фильтре. ООУ – обратноосмотическая установка.				
Примечание – режим проведения технологических операций рассчитан на применение фильтров стандартных типоразмеров: ФИПаI и ФИПаII.				

Для сокращения расхода воды на собственные нужды ВПУ рекомендуется слабоминерализованные отмывочные воды от регенерации анионитных фильтров подавать на повторное использование в баки пермеата ООУ.

5.4.4 Режим проведения технологических операций при эксплуатации анионитов в противоточных схемах обессоливания воды представлен в таблице 24.

Таблица 24 – Режим проведения технологических операций (технология противоточного анионирования воды)

Операция	Среда	Скорость, м/ч			Время, мин	Количество в расчете на ОН-форму анионита
		UPC	PUR/Sch	AMB		
Фильтрация	Н-катионированная вода	Min			-	-
		8	8-10	16		
		Max 40				
Подъем и уплотнение слоя*	Обессоленная вода	35-40	-	-	3	-
Пропуск регенерационного раствора	3,0-4,0 % NaOH	8-10	4-5	4-5	не менее 30	Расход 100%-ного NaOH, кг/м <sup>3</sup> :50-70**
Отмывка по линии регенерации	Обессоленная вода				-	2 ОЗ
Осаждение слоя*	-	-	-	-	5	-
Отмывка по линии фильтрации	Н-катионированная вода	20	10-40	16-40	-	5-6 ОЗ***
<p>* Для технологии UPCORE.  ** При выполнении условий взаимной нейтрализации кислых и щелочных стоков противоточной установки расход 100%-ного NaOH может определяться балансом нейтрализации.  *** Независимо от нормируемого объема отмывочной воды окончание отмывки по линии фильтрации определяется показателями качества сбросных вод, регламентируемыми режимной картой.</p>						
UPC – технология UPCORE; PUR – технология PUROPACK; Sch – технология Schwebbett; AMB – технология AMBERPACK. ОЗ – объем загрузки смолы в фильтре.						
Примечание – режим проведения технологических операций рассчитан на применение противоточных фильтров стандартных типоразмеров: ФИПр, ФИПр-ЗС, ФИПр-А-О, ИФПр-ЗС, ИФПр-ЗС-2к, ИФПр-ЗС-2к, а также фильтров типа ФИПаI, реконструированных под противоточную технологию.						

Для сокращения расхода воды на собственные нужды ВПУ на стадии завершающей отмывки рекомендуется применять совместную отмывку Н-катионитного и анионитного фильтра противоточной установки (реализуется при одновременном выводе фильтров «цепочки» на регенерацию). Отмывка производится по линии рециркуляции с подачей слабоминерализованных отмывочных вод анионитного фильтра в накопительные баки перед противоточной установкой (в зависимости от применяемой технологической схемы – баки коагулированной или известково-коагулированной воды, ультрафильтрата, пермеата).

Подача слабоминерализованных щелочных отмывочных вод в накопительные баки перед противоточной установкой также может применяться и при отдельной отмывке анионитных фильтров (реализуется при независимом выводе на регенерацию противоточных Н-катионитных и анионитных фильтров).

Более точно для конкретных условий эксплуатации ВПУ расчет режима работы и регенерации противоточных анионитных фильтров выполняется с использованием соответствующих комплексных программ.

5.4.5 Для предотвращения необратимого загрязнения анионитов органическими веществами, приводящего к снижению их технологических показателей, в процессе эксплуатации необходимо:

- не допускать превышения органической нагрузки на анионит за фильтроцикл выше предельно допустимого значения, т.е. отключать фильтр на регенерацию даже в случае

не достижения предельных концентраций хлоридов (для слабоосновных анионитов) или кремниевой кислоты (для сильноосновных анионитов) в обработанной воде;

- установить удельный расход едкого натра, обеспечивающий эффективное удаление органических загрязнений при регенерации;

- при превышении предельно допустимой органической нагрузки на анионит проводить его периодические сощелочные промывки или заменить действующий анионообменный материал анионитом другого типа более устойчивым к негативному влиянию органических веществ (при наличии такового). Типовая методика обработки анионитов для очистки от органических веществ приведена в приложении Б.

### 5.5 Режим проведения технологических операций при эксплуатации ионитов в ФСД

5.5.1 Режим проведения технологических операций при эксплуатации ионитов в ФСД, применяемых на III ступени «классической» схемы обессоливания воды, а также в ФСД, устанавливаемых на выходе схемы противоточного обессоливания воды, представлен в таблице 25.

Таблица 25 – Режим проведения технологических операций (технология обессоливания воды в ФСД)

Операция	Среда	Скорость, м/ч	Время, мин	Количество в расчете на ОН-форму анионита/Н-форму катионита
Фильтрация	Обессоленная вода	10-50	-	-
Взрыхление сжатым воздухом*	Сжатый воздух	40-60	10-15	-
Заполнение фильтра водой	Обессоленная вода	6-8	-	-
Взрыхление водой		10-12	15-20**	-
Разделение ионитов	Обессоленная вода	Постепенное снижение расхода на 5 м <sup>3</sup> /ч через каждые 2-3 мин до полного прекращения подачи воды	-	-
Уплотнение ионитов		20-30	3-5	
Пропуск регенерационного раствора	Анионит – 4,0 % NaOH	4-5	не менее 30	Расход 100%-ного NaOH, кг/м <sup>3</sup> : 120-150
	Катионит – 3,0 % H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6-8		Расход 100%-ной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , кг/м <sup>3</sup> : 100-120
Отмывка по линии регенерации	Анионит – Обессоленная вода	4-5	-	3-8 CO <sub>2</sub>
	Катионит – Обессоленная вода	6-8		
Перемешивание***	Сжатый воздух	40-60	10-15	-
Заполнение фильтра водой	Обессоленная вода	1-2	-	-
Отмывка по линии фильтрации		20-25	-	-

Окончание таблицы 25

Операция	Среда	Скорость, м/ч	Время, мин	Количество в расчете на ОН-форму анионита/Н-форму катионита
* Перед подачей сжатого воздуха в ФСД вода из фильтра дренируется до тех пор, пока слой ее относительно ионитов не будет равен 50-100 мм. ** Продолжительность операции при максимальной скорости подачи взрыхляющей воды, исключающей вынос рабочей фракции ионитов. *** Перед подачей сжатого воздуха в ФСД вода из фильтра дренируется до тех пор, пока слой ее относительно ионитов не будет равен 0-10 мм.				
СОЗ – суммарный объем загрузки катионита и анионита.				
Примечание – режим проведения технологических операций рассчитан на применение фильтров стандартных типоразмеров: ФИСДВР.				

Для сокращения расхода воды на собственные нужды ВПУ рекомендуется слабоминерализованные отмывочные воды от регенерации ФСД подавать на повторное использование в накопительные баки (баки частично-обессоленной воды, коагулированной или известково-коагулированной воды).

5.5.2 Режим проведения технологических операций при эксплуатации ионитов в ФСД, используемых для обессоливания турбинного конденсата на блоках с прямоточными котлами, регламентируется РД 34.37.516.

### 5.6 Требования к гидравлическим характеристикам ионитов

Гидравлическое сопротивление слоя ионита зависит от ряда факторов:

- типа ионообменной смолы;
- гранулометрического состава;
- высоты слоя ионита в фильтре;
- скорости фильтрации;
- температуры обрабатываемой воды.

В любом случае при номинальной скорости фильтрации и применении фильтров стандартных типоразмеров гидравлическое сопротивление фильтра с фильтрующей загрузкой должно быть не более значений, представленных в таблице 26.

Таблица 26 – Гидравлические характеристики ионитных фильтров с фильтрующей загрузкой

Тип фильтра	Марка фильтра	Перепад давления, МПа, не более
Параллельноточный фильтр	ФИПаI и ФИПаII	0,10
Фильтр смешанного действия	ФИСДВР	0,12
Противоточный фильтр	ФИПр, ФИПр-ЗС, ФИПр-ЗС-2к, ФИПр-А-О, ФИПр-А-У, ИФПр-ЗС, ИФПр-ЗС-2к, ФИПаI (реконструированный под противоточную технологию)	0,15

## 6 Рекомендации по нормированию расходов реагентов, воды и ионообменных материалов на собственные нужды ВПУ

### 6.1 Общие положения

6.1.1 Значения удельных расходов реагентов, воды и ионообменных материалов на собственные нужды ВПУ определены на основании результатов отечественных исследований, а также обобщения и анализа технологических показателей эксплуатации действующих ВПУ ТЭС.

6.1.2 При выполнении условий взаимной нейтрализации кислых и щелочных стоков обессоливающей установки представленные на регенерацию ионитов удельные расходы 100%-ной серной кислоты и 100%-ного едкого натра могут корректироваться в соответствии с балансом нейтрализации.

6.1.3 Оптимальные расходы реагентов и воды на собственные нужды ВПУ уточняются по результатам проведения режимно-наладочных работ в конкретных условиях эксплуатации ВПУ. Фактические эксплуатационные потери и срок службы ионообменных материалов определяются по результатам опытной промышленной эксплуатации ионитов.

### 6.2 Расход хлористого натрия на регенерацию Na-катионитных фильтров

6.2.1. Удельный расход хлористого натрия с массовой долей 100 % на регенерацию Na-катионитных фильтров с учетом качества обрабатываемой воды и применяемой технологии представлен в таблице 27.

Таблица 27 – Удельный расход хлористого натрия на регенерацию Na-катионитных фильтров

Применяемая технология	Среднегодовая общая жесткость обрабатываемой воды, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Среднегодовое солесодержание обрабатываемой воды, мг/дм <sup>3</sup> , не более	Удельный расход 100%-ного NaCl, г/г-экв, не более
I ступень прямоточного Na-катионирования	5,6-9,4	500	118
	6,1-9,5	600	148
	6,2-9,5	900	173
	7,5-14,0	1200	187
Одноступенчатое прямоточное Na-катионирование	11,0-14,0	1500	205
	13,0-14,0	1800	222
	13,5-15,0	2000	232
Противоточное Na-катионирование	до 9,4	500	90
	до 10,0	900	125

Примечание – в случаях, когда содержание натрия в обрабатываемой воде (выраженное в эквивалентных концентрациях) меньше или равно содержанию общей жесткости, удельный расход 100%-ного NaCl определяется исходя из значений среднегодовой жесткости и среднегодового солесодержания обрабатываемой воды, в других случаях – исходя из среднегодового солесодержания обрабатываемой воды.

Определение необходимого количества хлористого натрия на регенерацию Na-катионитных фильтров (при одноступенчатом прямоточном или противоточном Na-катионировании, а также прямоточном Na-катионировании I ступени) рекомендуется производить расчетным путем с учетом фиксированного удельного расхода 100%-ного реагента, представленного в таблице 27 (или регламентируемого режимной картой) и с

учетом сезонных изменений качества обрабатываемой воды. Это позволит предотвратить неоправданный перерасход хлористого натрия в случае снижения катионной нагрузки обрабатываемой воды и ограничит снижение фильтроцикла в случае увеличения катионной нагрузки.

Формулы расчета расхода поваренной соли на регенерацию Na-катионитных фильтров, а также формулы расчета основных технологических показателей Na-катионитных фильтров представлены в приложении А.

6.2.2 Удельный расход хлористого натрия на регенерацию прямоточных Na-катионитных фильтров II ступени принимается 350 г/г-экв.

6.2.3 Годовой расход хлористого натрия с массовой долей 100 % на регенерацию Na-катионитных фильтров в расчете на умягчение 1 м<sup>3</sup> воды  $P$ , г/м<sup>3</sup>, определяется по следующим формулам

- для одноступенчатого прямоточного или противоточного Na-катионирования, а также для прямоточного Na-катионирования I ступени:

$$P_1 = V_1 \times (Ж_{исх} - Ж_{ост}), \quad (7)$$

- для прямоточного Na-катионирования II ступени:

$$P_2 = V_2 \times (Ж_{ост} - Ж_{норм.}), \quad (8)$$

где  $V_1, V_2$  - удельные расходы поваренной соли в г/г-экв, определяемые в зависимости от качества обрабатываемой воды и применяемой технологии (в соответствии с таблицей 28);

$Ж_{исх}$  - среднегодовая общая жесткость обрабатываемой воды, поступающей на Na-катионитный фильтр I ступени, мг-экв/дм<sup>3</sup> (г-экв /м<sup>3</sup>);

$Ж_{ост}$  - средняя за фильтроцикл остаточная жесткость воды после I ступени Na-катионирования, мг-экв/дм<sup>3</sup> (г-экв /м<sup>3</sup>);

$Ж_{норм.}$  - нормируемая жесткость Na-катионированной воды на выходе установки умягчения, мг-экв/дм<sup>3</sup> (г-экв /м<sup>3</sup>).

### 6.3 Расход воды на собственные нужды

Расход воды на собственные нужды обессоливающих установок с учетом качества обрабатываемой воды и применяемой технологической схемы представлен в таблице 28.

Таблица 28 – Расход воды на собственные нужды обессоливающей установки

Концентрация анионов сильных кислот в осветленной воде, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Расход воды на собственные нужды в процентах от объема выработки обессоленной воды					
	Осв.	Н	НИ	НП	ЧОВ/ОВ	с/н ОУ
Схема с параллельным включением прямоточных фильтров						
Менее 1,0	6,0	7,0	3,0	4,0	3,0	16,0
От 1,0 до 2,0	10,0	11,0	7,0	4,0	4,0	25,0
От 2,0 до 3,0	14,0	15,0	11,0	4,0	5,0	34,0
От 3,0 до 4,0	18,0	19,0	15,0	4,0	6,0	43,0
От 4,0 до 5,0	22,0	23,0	19,0	4,0	7,0	52,0

Окончание таблицы 28

Концентрация анионов сильных кислот в осветленной воде, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Расход воды на собственные нужды в процентах от объема выработки обессоленной воды					
	Осв.	Н	НІ	НІІ	ЧОВ/ОВ	с/н ОУ
Схема с блочным включением прямоточных фильтров						
Менее 1,0	5,0	-	-	-	7,0	12,0
От 1,0 до 2,0	8,0	-	-	-	9,0	17,0
От 2,0 до 3,0	11,0	-	-	-	11,0	22,0
От 3,0 до 4,0	14,0	-	-	-	13,0	27,0
От 4,0 до 5,0	15,0	-	-	-	15,0	32,0
Противоточная обессоливающая установка						
Менее 1,0						5,0
От 1,0 до 3,0						8,0
От 3,0 до 5,0						10,0
Осв. – осветленная вода; Н – Н-катионированная вода; НІ – Н-катионированная вода первой ступени; НІІ – Н-катионированная вода второй ступени; ЧОВ – частично-обессоленная вода; ОВ – обессоленная вода, с/н ОУ – суммарный расход собственных нужд обессоливающей установки.						

Представленные в таблице 28 значения расхода воды на собственные нужды обессоливающих установок – ориентировочные. Фактическое потребление воды помимо применяемой технологической схемы и солесодержания обрабатываемой воды также зависит от наличия схем повторного использования сточных вод, гидравлических характеристик фильтров, специфики содержащихся в обрабатываемой воде органических веществ, типа, качества, а также технического состояния используемых на ВПУ анионитов. Техническое состояние эксплуатируемых на ВПУ анионитов в свою очередь определяется соблюдением рекомендаций по их выбору и эксплуатации.

#### 6.4 Расход серной кислоты на регенерацию Н-катионитных фильтров

6.4.1 Удельный расход серной кислоты с массовой долей 100 % на регенерацию прямоточных Н-катионитных фильтров I и II ступени с учетом качества обрабатываемой воды и применяемой технологии представлен в таблице 29.

Таблица 29 – Удельный расход 100%-ной серной кислоты на регенерацию Н-катионитных фильтров

Применяемая технология	Качество осветленной воды		Удельный расход 100%-ной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , не более г/г-экв
	$\Sigma[\text{Cl} + \text{SO}_4]$ , мг-экв/дм <sup>3</sup>	[Na]/ $\Sigma\text{K}$	
I ступень Н-катионирования (режим раздельной регенерации)	< 2,5	< 0,3	110
	2,5-5,0	0,3-0,5	120
		0,5-1,0	130
I ступень Н-катионирования с применением совместной регенерации предвключенного и основного фильтров	< 5,0	-	110
	5,0-10,0		115
Н-катионирование с применением совместной регенерации фильтров I и II ступени	< 2,5	< 0,3	115*
	2,5-5,0	0,3-0,5	125*
		0,5-1,0	135*
II ступень Н-катионирования (режим раздельной регенерации)	-	-	150
*Учитывая низкую катионную нагрузку за фильтроцикл на Н-катионитный фильтр II ступени условно принимается, что весь объем пропускаемого раствора серной кислоты идет на регенерацию Н-катионитного фильтра I ступени.			

Окончание таблицы 28

Применяемая технология	Качество осветленной воды		Удельный расход 100%-ной H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , не более
	$\Sigma[\text{Cl} + \text{SO}_4]$ , мг-экв/дм <sup>3</sup>	[Na]/ $\Sigma\text{K}$	г/г-экв
$\Sigma[\text{Cl} + \text{SO}_4]$ - суммарная концентрация хлоридов и сульфатов в осветленной воде (кислотность Н-катионированной воды), мг-экв/дм <sup>3</sup> ; [Na] - концентрация натрия в осветленной воде, мг-экв/дм <sup>3</sup> ; $\Sigma\text{K}$ - суммарная концентрация катионов в осветленной воде, мг-экв/дм <sup>3</sup> ; [Na]/ $\Sigma\text{K}$ - доля натрия в катионном составе осветленной воды.			

При расчете расхода серной кислоты на регенерацию предвключенного и основного Н-катионитных фильтров I ступени для условий совместной регенерации принимается удельный расход 100%-ного реагента с учетом общего количества поглощенных катионов двумя фильтрами (предвключенным и основным).

Определение необходимого количества серной кислоты на регенерацию Н-катионитных фильтров I ступени или совместную регенерацию Н-катионитных фильтров I и II ступени рекомендуется производить расчетным путем с учетом фиксированного удельного расхода 100%-ного реагента, представленного в таблице 29 (или регламентируемого режимной картой) и с учетом сезонных изменений качества обрабатываемой воды. Такой пересчет позволит поддерживать расход реагента на относительно стабильном уровне вне зависимости от изменения высоты загрузки фильтра и ухудшения технологических показателей качества смолы, а также вне зависимости от сезонных колебаний качества обрабатываемой воды.

Формулы расчета расхода серной кислоты на регенерацию Н-катионитных фильтров I ступени, а также формулы расчета основных технологических показателей Н-катионитных фильтров представлены в приложении А.

6.4.2 Удельный расход 100%-ной серной кислоты на регенерацию Н-катионитных фильтров III ступени принимается равным 3-4 г в расчете на 1 м<sup>3</sup> обессоленной воды.

6.4.3 Удельный расход 100%-ной серной кислоты на регенерацию Н-катионитных фильтров, применяемых в схемах обессоливания пермеата ООУ, принимается равным 5-15 г в расчете на 1 м<sup>3</sup> обессоленной воды.

6.4.4 Удельный расход 100%-ной серной кислоты на регенерацию противоточных Н-катионитных фильтров рассчитывается исходя из данных, полученных с использованием соответствующих комплексных программ.

Определение необходимого количества серной кислоты на регенерацию противоточных Н-катионитных фильтров рекомендуется производить расчетным путем с учетом фиксированного значения удельного расхода 100%-ного реагента и фиксированного фильтроцикла, а также с учетом сезонных изменений качества обрабатываемой воды. Расчет применим при независимом выводе на регенерацию противоточных Н-катионитных и анионитных фильтров.

Формулы расчета расхода серной кислоты (удельного и абсолютного) на регенерацию противоточных Н-катионитных фильтров представлены в приложении А.

6.4.5 Суммарный расход серной кислоты с массовой долей 100 % на регенерацию Н-катионитных фильтров в расчете на 1 м<sup>3</sup> обессоленной воды  $P$ , г/м<sup>3</sup>, определяется по следующим формулам

- для двухступенчатого проточного Н-катионирования воды с применением раздельной регенерации Н-катионитных фильтров I и II ступени:

$$P = P_1 + P_2, \quad (9)$$

где  $P_1$  - расход 100%-ной серной кислоты на регенерацию Н-катионитных фильтров I ступени в г/м<sup>3</sup>, определяемый по формуле

$$P_1 = Y \times (\sum K - 0,15) \times K_{с.н.1}, \quad (10)$$

$P_2$  - расход 100%-ной серной кислоты на регенерацию Н-катионитных фильтров II ступени в г/м<sup>3</sup>, определяемый по формуле

$$P_2 = (150 \times 0,15) \times K_{с.н.2}, \quad (11)$$

- для двухступенчатого проточного Н-катионирования воды с применением ступенчато-противоточной регенерации Н-катионитных фильтров см. формулу 10;

- для трехступенчатого проточного Н-катионирования воды:

$$P' = P + \phi, \quad (12)$$

где  $Y$  – удельный расход 100%-ной серной кислоты в г/г-экв, определяемый в зависимости от качества осветленной воды и применяемой технологии (в соответствии с таблицей 29 или действующей режимной картой);

$\sum K$  – суммарная концентрация катионов в осветленной воде, мг-экв /дм<sup>3</sup>;

0,15 – остаточное содержание катионов в фильтрате Н-катионитных фильтров I ступени, мг-экв/дм<sup>3</sup>;

150 – удельный расход 100%-ной серной кислоты для регенерации Н-катионитных фильтров II ступени, г/г-экв;

$\phi$  – удельный расход 100%-ной серной кислоты для ступени финишного Н-катионирования воды, г/м<sup>3</sup>;

$K_{с.н.1}$ ,  $K_{с.н.2}$  – коэффициенты, учитывающие расход воды на собственные нужды установки, определяемые в зависимости от применяемой технологии и ступени ионирования:

- для проточных Н-катионитных фильтров I ступени, функционирующих в режиме раздельной регенерации, и для проточных Н-катионитных фильтров, функционирующих в режиме ступенчато-противоточной регенерации:

$$K_{с.н.1} = \frac{(100 + \omega_{\text{чОВ}} + \omega_{\text{Н}})}{100}, \quad (13)$$

- для проточных Н-катионитных фильтров II ступени, функционирующих в режиме раздельной регенерации:

$$K_{с.н.2} = \frac{(100 + \omega_{\text{НII}})}{100}, \quad (14)$$

где  $\omega_{\text{чов}}$  – расход частично-обессоленной воды на собственные нужды установки в % от выработки обессоленной воды, определяемый в зависимости от качества осветленной воды в соответствии с таблицей 28 или расчетом норм водопотребления-водоотведения для конкретной ВПУ;

$\omega_{\text{H}}$  – суммарный расход H-катионированной воды на собственные нужды установки в % от выработки обессоленной воды, определяемый в зависимости от качества осветленной воды в соответствии с таблицей 28 или расчетом норм водопотребления-водоотведения для конкретной ВПУ;

$\omega_{\text{III}}$  – расход H-катионированной воды II степени на собственные нужды установки в % от выработки обессоленной воды, определяемый в зависимости от качества осветленной воды в соответствии с таблицей 28 или расчетом норм водопотребления-водоотведения для конкретной ВПУ.

Суммарная концентрация всех катионов в осветленной воде  $\Sigma K$ , мг-экв/дм<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$\Sigma K = \frac{Na}{23} + Ж_{\text{общ}}, \quad (15)$$

где  $Na$  – концентрация натрия в осветленной воде, мг/дм<sup>3</sup>;

$Ж_{\text{общ}}$  – жесткость общая осветленной воды, мг-экв/дм<sup>3</sup>.

## 6.5 Расход едкого натра на регенерацию анионитных фильтров

6.5.1 Удельный расход едкого натра с массовой долей 100 % на регенерацию прямоточных анионитных фильтров I и II степени с учетом качества обрабатываемой воды и применяемой технологии представлен в таблице 30.

Таблица 30 – Удельный расход 100%-ного едкого натра на регенерацию анионитных фильтров

Применяемая технология	Качество обрабатываемой воды			Удельный расход 100%-ного NaOH
	N <sub>I</sub>	N <sub>II</sub>	[SiO <sub>2</sub> ]/ΣA	г/г-экв
I степень анионирования с применением слабоосновного анионита (режим раздельной регенерации)	< 1,0			50-60
	1,0-3,0			60-70
	3,0-5,0	-	-	70-80
	> 5,0			> 80
II степень анионирования с применением сильноосновного анионита гелевой структуры (режим раздельной регенерации)		< 1,0		90-120
		1,0-1,5		110-200
		1,6-2,0		160-260
		2,1-2,5		210-320
		2,6-3,0		260-380
	3,1-3,5		310-440	
II степень анионирования с применением сильноосновного анионита макропористой структуры (режим раздельной регенерации)		< 1,0		60-80
		1,0-1,5		70-120
		1,6-2,0		110-170
		2,1-2,5		140-210
		2,6-3,0		170-250
	3,1-3,5		200-290	

Окончание таблицы 30

Применяемая технология	Качество обрабатываемой воды			Удельный расход 100%-ного NaOH
	$N_I$	$N_{II}$	$[SiO_2]/\Sigma A$	г/г-экв
I ступень анионирования с применением сильноосновного анионита (режим раздельной регенерации) или анионирование с применением совместной регенерации фильтров I и II ступени	-	-	< 0,05	70-90
			0,05-0,10	90-100
			0,10-0,20	100-110
			0,20-0,30	110-120
			0,30-0,60	120-140
$N_I$ - индекс загрязнения обрабатываемой на анионитных фильтрах I ступени воды органическими веществами (см. формулу расчета 1); $N_{II}$ - индекс загрязнения обрабатываемой на анионитных фильтрах II ступени воды органическими веществами (см. формулу расчета 4); $[SiO_2]$ - концентрация кремниевой кислоты в осветленной воде, мг-экв /дм <sup>3</sup> ; $\Sigma A$ - суммарная концентрация анионов в обрабатываемой воде, мг-экв/дм <sup>3</sup> (см. формулу расчета 22) $[SiO_2]/\Sigma A$ - доля кремниевой кислоты в анионном составе обрабатываемой воды.				

При расчете расхода едкого натра на регенерацию анионитных фильтров I и II ступени для условий совместной регенерации принимается удельный расход 100%-ного реагента с учетом общего количества поглощенных анионов как сильных, так и слабых кислот.

Определение необходимого количества едкого натра на регенерацию анионитных фильтров I ступени или совместную регенерацию анионитных фильтров I и II ступени рекомендуется производить расчетным путем с учетом фиксированного удельного расхода 100%-ного реагента, представленного в таблице 30 (или регламентируемого режимной картой) и с учетом сезонных изменений качества обрабатываемой воды. Такой пересчет позволит поддерживать расход реагента на относительно стабильном уровне вне зависимости от изменения высоты загрузки фильтра и ухудшения технологических показателей качества смолы, а также вне зависимости от сезонных колебаний качества обрабатываемой воды.

Не рекомендуется эксплуатация анионитных фильтров в режиме «голодной» регенерации с удельными расходами ниже значений, указанных в таблице 30. В данном случае кроме снижения степени регенерации анионитов создается опасность их «отравления» органическими веществами, а при регенерации сильноосновных анионитов – выделения твердой фазы кремниевой кислоты в слое как сильноосновного, так и при совместной регенерации – слабоосновного анионита. Основное количество выделившейся на анионитах полимеризационной кремниевой кислоты, не удаляется, снижая технологические показатели ионообменного материала. Часто это наблюдается при нарушении режима эксплуатации сильноосновных анионитов, когда анионитный фильтр II ступени выводится на регенерацию не по заданному фильтроциклу, соответствующему предельно допустимой нагрузке органических веществ на смолу, а по предельному «проскоку» кремниевой кислоты в обессоленной воде.

Формулы расчета расхода едкого натра на регенерацию анионитных фильтров, а также формулы расчета их основных технологических показателей представлены в приложении А.

6.5.2 Удельный расход 100%-ного едкого натра на регенерацию анионитных фильтров III ступени принимается равным 4-5 г в расчете на 1 м<sup>3</sup> обессоленной воды.

6.5.3 Удельный расход 100%-ного едкого натра на регенерацию анионитных фильтров, применяемых в схемах обессоливания пермеата ООУ, принимается равным 15-25 г в расчете на 1 м<sup>3</sup> обессоленной воды.

6.5.4 Удельный расход 100%-ного едкого натра на регенерацию противоточных анионитных фильтров рассчитывается исходя из данных, полученных с использованием соответствующих комплексных программ.

Определение необходимого количества едкого натра на регенерацию противоточных анионитных фильтров рекомендуется производить расчетным путем с учетом фиксированного значения удельного расхода 100%-ного реагента и фиксированного фильтрационного цикла, а также с учетом сезонных изменений качества обрабатываемой воды. Расчет применим при независимом выводе на регенерацию противоточных Н-катионитных и анионитных фильтров.

Формулы расчета расхода едкого натра (удельного и абсолютного) на регенерацию противоточных анионитных фильтров представлены в приложении А.

6.5.5 Суммарный расход едкого натра с массовой долей 100 % на регенерацию анионитных фильтров в расчете на 1 м<sup>3</sup> обессоленной воды  $P$ , г/м<sup>3</sup>, определяется по следующим формулам

- для двухступенчатого проточного анионирования воды с применением раздельной регенерации анионитных фильтров I и II ступени:

$$P = P_1 + P_2, \quad (16)$$

где  $P_1$  - расход 100%-ного едкого натра на регенерацию анионитных фильтров I ступени в г/м<sup>3</sup>, определяемый по формуле

$$P_1 = (Y \times \sum A_{\text{сил.}}) \times K_{\text{с.н.}}, \quad (17)$$

$P_2$  - расход 100%-ного едкого натра на регенерацию анионитных фильтров II ступени в г/м<sup>3</sup>, определяемый по формуле

$$P_2 = (Y \times \sum A_{\text{сн.}}), \quad (18)$$

- для двухступенчатого проточного анионирования воды с применением ступенчато-противоточной регенерации анионитных фильтров:

$$P = (Y \times \sum A) \times K_{\text{с.н.}}, \quad (19)$$

- для трехступенчатого проточного анионирования воды:

$$P' = P + \phi, \quad (20)$$

где  $Y$  – удельный расход 100%-ного едкого натра на регенерацию анионитных фильтров в г/г-экв, определяемый в зависимости от качества Н-катионированной воды и применяемой технологии (в соответствии с таблицей 30 или действующей режимной картой);

$\sum A_{\text{сил.}}$  – суммарная концентрация анионов сильных кислот в воде, поступающей на анионитные фильтры I ступени, мг-экв/дм<sup>3</sup> (см. формулу расчета 3);

$\Sigma A_{cl}$  – суммарная концентрация анионов слабых кислот в воде, поступающей на анионитные фильтры II ступени, мг-экв/дм<sup>3</sup> (см. формулу расчета 5);

$\Sigma A$  – суммарная концентрация анионов в воде, поступающей на анионитные фильтры, мг-экв/дм<sup>3</sup>;

$\varphi$  – удельный расход 100%-ного едкого натра для ступени финишного анионирования воды, г/м<sup>3</sup>;

$K_{с.н.}$  – коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды установки, определяемый по формуле

$$K_{с.н.} = \frac{(100 + \omega_{чОВ} + \omega_{НII})}{100}, \quad (21)$$

где  $\omega_{чОВ}$  – расход частично-обессоленной воды на собственные нужды установки в % от выработки обессоленной воды, определяемый в зависимости от качества осветленной воды в соответствии с таблицей 28 или расчетом норм водопотребления-водоотведения для конкретной ВПУ;

$\omega_{НII}$  – расход Н-катионированной воды II ступени на собственные нужды установки в % от выработки обессоленной воды, определяемый в зависимости от качества осветленной воды в соответствии с таблицей 28 или расчетом норм водопотребления-водоотведения для конкретной ВПУ.

Суммарная концентрация анионов в воде, поступающей на анионитные фильтры  $\Sigma A$ , мг-экв/дм<sup>3</sup> определяется по формуле

$$\Sigma A = \frac{Cl}{35,5} + \frac{SO_4}{48} + \frac{NO_3}{62} + \frac{NO_2}{46} + \frac{SiO_2}{30} + \frac{CO_2}{22}, \quad (22)$$

где  $Cl$  – концентрация хлоридов в осветленной воде, мг/дм<sup>3</sup>;

$SO_4$  – концентрация сульфатов в осветленной воде, мг/дм<sup>3</sup>;

$NO_3$  – концентрация нитратов в осветленной воде, мг/дм<sup>3</sup>;

$NO_2$  – концентрация нитритов в осветленной воде, мг/дм<sup>3</sup>;

$SiO_2$  – концентрация кремниевой кислоты в осветленной воде, мг/дм<sup>3</sup>;

$CO_2$  – концентрация угольной кислоты в Н-катионированной воде на входе в анионитный фильтр II ступени, мг/дм<sup>3</sup>.

В процессе анионирования воды содержание анионов сильных кислот может быть определено как кислотность воды на выходе Н-катионитного фильтра.

## 6.6 Расход реагентов на регенерацию фильтров смешанного действия

Удельный расход серной кислоты и едкого натра с массовой долей 100 % на регенерацию ионитов в ФСД, применяемых на финишной ступени обессоливания воды, а также в ФСД, используемых для обессоливания турбинного конденсата на блоках с прямоточными котлами, представлен в таблице 31.

Таблица 31 – Удельный расход 100%-ных реагентов на регенерацию ионитов ФСД

Применяемая технология	Удельный расход 100%-ного реагента, г на м <sup>3</sup> обессоленной воды, не более	
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> на регенерацию сильнокислотного катионита	NaOH на регенерацию сильноосновного анионита
ФСД ОУ	3-5	5-7
ФСД БОУ при ВХР: - гидразинно-аммиачном - нейтрально-кислородном	4-7 1-2	4-6 1-2
ФСД ОУ - фильтры смешанного действия, применяемые на III ступени «классической» схемы обессоливания воды, а также устанавливаемые на выходе противоточной схемы обессоливания воды; ФСД БОУ – фильтры смешанного действия, применяемые для обессоливания турбинного конденсата на блоках с прямоточными котлами; ОУ - обессоливающая установка; БОУ - блочная обессоливающая установка; ВХР - водно-химический режим.		

## 6.7 Требования к применяемым реагентам и сжатому воздуху

6.7.1 Для регенерации Na-катионитных фильтров, функционирующих в режиме прямоточной регенерации, а также для регенерации фильтров-органопоглотителей применяется пищевая поваренная соль качества, регламентируемого ГОСТ Р 51574, первого сорта. Для регенерации Na-катионитных фильтров, функционирующих в режиме противоточной регенерации, рекомендуется применять пищевую поваренную соль высшего сорта (ГОСТ Р 5157).

6.7.2 Для регенерации H-катионитных фильтров, функционирующих в режиме как прямоточной, так и противоточной регенерации, к применению рекомендуется техническая серная кислота, качества, регламентируемого ГОСТ 2184, сорта «Контактная. Улучшенная».

6.7.3 Для регенерации анионитных фильтров, функционирующих в режиме как прямоточной, так и противоточной регенерации, к применению рекомендуется технический едкий натр, качества, регламентируемого ГОСТ Р 55064, сорта «РР» и «РМА».

6.7.4 Допускается применение выше перечисленных реагентов, производимых в соответствии с нормативными документами, по содержанию загрязняющих примесей, не превышающих норм, регламентируемых НТД, представленными в п.п. 6.7.2 и 6.7.3.

6.7.5 Для взрыхления и смешивания ионитов в ФСД применяется сжатый воздух качества, регламентируемого ГОСТ Р ИСО 8573-1, по содержанию масел 1 или 2 класса чистоты.

## 6.8 Эксплуатационные потери ионитов

6.8.1 Эксплуатационные потери ионитов, обусловленные их физико-химическими характеристиками и условиями эксплуатации, а также срок службы ионообменных смол представлены в таблице 32.

Таблица 32 - Рекомендуемые нормы расхода и срок службы ионитов при эксплуатации

Тип ионита, применяемая технология	Ежегодный расход ионита на досыпку*, %, не более	Срок службы ионита, лет, не менее
<i>Сильнокислотные катиониты:</i>		
Прямоточная схема Na-катионирования и H-катионирования воды на ОУ	10	10
Противоточная схема Na-катионирования и H-катионирования воды на ОУ	5	10
ФСД ОУ	10	8
Обессоливание турбинного конденсата (БОУ) при ВХР:		
- гидразинно-аммиачном;	15	6
- нейтральном и комбинированном	12	7
Механическая очистка турбинного конденсата (БОУ)	10	8
Очистка горячего производственного конденсата	15	6
<i>Слабокислотные катиониты</i>		
- обработка хлорированной воды;	15	6
- остальное	10	10
<i>Слабоосновные аниониты:</i>		
Прямоточная схема анионирования воды на ОУ		
- полимеризационные аниониты с полистирольной матрицей;	15	4-6
- полимеризационные аниониты с акриловой матрицей;	12	5-7
- поликонденсационный анионит (АН-31), в зависимости от частоты регенераций в год:		2-4
до 50	15	
50-100	20	
100-125	25	
125-150	35	
более 150	40	
Противоточная схема анионирования воды на ОУ	5	5-7
<i>Сильноосновные аниониты:</i>		
Прямоточная схема анионирования воды на ОУ	15	4-6
Противоточная схема анионирования воды на ОУ	5	5-7
ФСД ОУ	15	4-6
Обессоливание турбинного конденсата (БОУ) при ВХР:		
- гидразинно-аммиачном	20	4-5
- нейтральном и комбинированном	15	5-6
Очистка горячего производственного конденсата	25	3-4
<i>Антрацит, применяемый в механических фильтрах ВПУ</i>		
	10	10
* От величины нормативной загрузки фильтров (см. таблицу 11).		
ФСД ОУ - фильтры смешанного действия, применяемые на III ступени «классической» схемы обессоливания воды, а также устанавливаемые на выходе противоточной схемы обессоливания воды; ОУ - обессоливающая установка; БОУ - блочная обессоливающая установка; ВХР - водно-химический режим; ВПУ – водоподготовительная установка.		

Представленные в таблице 32 значения ежегодного расхода и срока службы анионитов – ориентировочные. Фактические показатели досыпки и замены определяются качеством обрабатываемой воды, спецификой содержащихся в ней органических веществ, типом и качеством применяемых анионообменных материалов, интенсивностью их эксплуатации, а также культурой ведения технологических режимов и соблюдением рекомендаций по выбору и эксплуатации анионитов.

6.8.2 По истечении прогнозного срока службы решение по замене ионитов рекомендуется принимать по результатам диагностики их качества и оценки степени ухудшения технологических показателей при тестировании в лабораторных условиях проб ионитов, отобранных из фильтров (в соответствии с п. 8.2).

## **7 Основные правила транспортировки, приемки и хранения ионитов**

### **7.1 Общие положения**

Ионообменные смолы поставляются главным образом в набухом состоянии при влагосодержании, соответствующем данному типу смолы. Соблюдение основных требований к транспортировке и хранению ионообменных смол позволяет обеспечить их длительную эксплуатацию без заметного ухудшения свойств.

### **7.2 Упаковка и транспортировка ионитов**

7.2.1 Ионообменные смолы упаковываются в полиэтиленовые мешки или металлические бочки с антикоррозионной защитой. Упаковка должна предотвращать как потерю влаги смолой, так и попадание ее извне. Если упаковка повреждается или оставлена открытой так, что ионит подвергается атмосферному воздействию длительный период, возникает опасность ухудшения физических и химических характеристик такой смолы.

7.2.2 Транспортная тара маркируется с указанием следующих данных:

- наименование или товарный знак предприятия-владельца торговой марки;
- наименование предприятия-изготовителя, место производства;
- наименование продукта и марка ионита;
- номер партии;
- дата изготовления;
- масса нетто (объем).

7.2.3 При транспортировке ионообменных смол необходимо обеспечить условия для сохранения целостности тары, предотвращения замерзания, обеспечить изоляцию от веществ-окислителей и от воздействия прямых солнечных лучей.

### **7.3 Приемка ионитов**

7.3.1 Приемка ионообменных смол от поставщика осуществляется по предъявлению оригиналов сертификатов качества (сертификатов анализа) на поставляемые партии ионитов от завода-изготовителя, при необходимости переведенных на русский язык. В документе указывается:

- наименование предприятия-изготовителя, место производства;
- наименование продукта и марка ионита;
- номер партии;
- дата изготовления;
- масса нетто (объем);
- результаты испытаний, подтверждающие соответствие качества партии ионита требованиям производителя.

7.3.2 При поставке должна быть проведена проверка выполнения следующих требований:

- целостности и герметичности упаковки;
- соблюдения гарантийного срока хранения;
- идентичность обозначения марки и партии ионита на упаковке, указанной в сертификате качества.

7.3.3 При повреждении тары или упаковки потребитель имеет право отказаться от приемки той части партии, в упаковке которой обнаружены повреждения.

7.3.4 Окончательное решение о приемке поставленного на объект ионообменного материала принимается на основании заключения, выдаваемого аккредитованной лабораторией по результатам входного контроля качества партии смолы (см. п. 8).

## **7.4 Хранение ионитов на складе**

7.4.1 Все ионообменные материалы должны храниться в упакованном виде в чистых и сухих складских помещениях при температуре не ниже 2 °С, огражденными от попадания прямого солнечного света, так как ультрафиолетовые лучи могут способствовать росту водорослей и бактерий. Расстояние до радиаторов или других отопительных приборов должно составлять не менее 1 м.

7.4.2 Ионообменные смолы могут выдерживать температуры и ниже 0 °С, однако, непоследовательные замораживания и оттаивания могут привести к растрескиванию зерен. Если по какой-нибудь причине смола подверглась замораживанию, размораживание ее должно осуществляться постепенным увеличением температуры от исходной до температуры помещения в течение трех суток. Попытки механического воздействия на замороженную смолу должны быть исключены. Для предотвращения замораживания допустимо хранить материал в насыщенном солевом растворе.

7.4.3 При хранении ионитов в поврежденной таре на воздухе, смола вступает в реакцию с углекислым газом. Не исключено загрязнение материала химическими примесями, поступающими с дождевой водой. Следовательно, смола из поврежденной упаковки должна быть переупакована или как можно скорее использована.

7.4.4 Гарантийный срок хранения ионитов при соблюдении прочих условий хранения должен составлять не менее 1 года со дня изготовления. По истечению гарантийного срока хранения иониты подлежат испытанию на соответствие требованиям данного стандарта. При соответствии показателей качества установленным требованиям иониты могут использоваться по назначению.

## **8 Рекомендации по диагностике качества ионитов при входном и эксплуатационном контроле**

### **8.1 Организация входного контроля качества ионитов**

8.1.1 В задачи входного контроля качества ионитов, поставляемых на ТЭС входит:

- определение соответствия физико-химических показателей качества ионитов, требованиям данного стандарта, представленным в п. 4. В качестве базовых данных при проверке соответствия качества конкретной марки смолы могут быть использованы результаты испытаний образца ионита, ранее полученные в лаборатории ОАО «ВТИ»

(см. приложение Г).

- предотвращение применения на ВПУ ионитов, не отвечающих установленным требованиям;

- фиксирование первоначальных физико-химических показателей ионитов для оценки их изменения в процессе эксплуатации;

- определение физико-химических показателей ионитов, для проведения арбитража, при возникновении разногласий с поставщиком или производителем.

8.1.2 По результатам входного контроля делают вывод о возможности применения поставленной партии ионообменной смолы на ВПУ либо об отказе от данной партии.

8.1.3 Испытания ионитов выполняются лабораторией, аккредитованной для проведения работ по испытаниям объекта: «смолы ионообменные (иониты)».

8.1.4 Отбор представительных проб для входного контроля производится комиссией, в состав которой должны входить представители поставщика, потребителя и организации, выполняющей анализ качества ионитов (по требованию потребителя в случае, если он поручает выполнение входного контроля аккредитованной лаборатории другого предприятия) с составлением соответствующего акта отбора проб.

8.1.5 Отбор пробы ионитов осуществляется от 20 % единиц при количестве мест (тары) более 15 единиц, от 3 % единиц при количестве мест менее 15 единиц.

Пробу ионита отбирают специальным щупом длиной 1000 мм и диаметром 20-25 мм из нержавеющей стали (или полый пластиковой трубкой таких же размеров с пробкой) погружением по вертикали до дна пакета.

После отбора пробы соединяют, тщательно перемешивают и хранят в посуде с плотно закрывающейся пробкой с указанием наименования ионита, номера партии, даты изготовления и отбора пробы.

Количество отбираемых проб при загрузке ионита – не менее двух. Одну пробу объемом 0,5 дм<sup>3</sup> передают для проведения входного контроля качества ионита, вторую пробу объемом 1 дм<sup>3</sup> – хранят на объекте не менее трех лет. Проба может выполнять функцию арбитражной при обнаружении отклонений в работе ионообменного фильтра, а также базовой при исследовании динамики снижения технологических показателей ионита в процессе его эксплуатации (при опытно-промышленной эксплуатации ранее не использовавшейся марки ионообменной смолы) или выявлении возможных причин отклонений в работе ионообменного фильтра.

8.1.6 Входной контроль качества ионитов производится в соответствии с действующими ГОСТ и настоящим стандартом в следующем объеме:

- внешний вид (визуально без увеличительных приборов определяется цвет и конфигурация зерен ионита, наличие инородных включений и загрязнений);

- динамическая обменная емкость (ДОЕ), определяемая при заданном расходе реагента на регенерацию ионитов с фиксацией расхода воды на отмывку (ГОСТ 20255.2);

- гранулометрический состав, определяемый методом мокрого рассева с оценкой показателей: размер зерен, объемная доля рабочей фракции, коэффициент однородности, эффективный размер зерна (для смол с однородным гранулометрическим составом – средний размер зерна) (ГОСТ 10900);

- осмотическая стабильность, определяемая экспресс-методом с визуальным контролем состояния гранул ионитов фракции 0,63-0,8 мм до и после проведения двух циклов обработки (ГОСТ 17338);

- механическая прочность, измеряемая на приборе испытателе прочности гранул типа ИПГ-1М с определением усилия, разрушающего гранулы фракции 0,63-0,8 мм при проведении 20 замеров;

- массовая доля влаги, определяемая методом воздушно-тепловой сушки (ГОСТ 10898.1).

## **8.2 Организация эксплуатационного контроля качества ионитов**

8.2.1 Эксплуатационный контроль физико-химических показателей качества ионита производится:

- при значительных отклонениях технологических показателей работы ионообменного фильтра по отношению к исходным показателям. Значительными отклонениями технологических показателей следует считать:

- а) устойчивое снижение рабочей обменной емкости ионита более чем на 15% в сравнении с аналогичным периодом эксплуатации прошлого года или на 30% в сравнении с аналогичным периодом эксплуатации первого года после загрузки;

- б) повышение расхода воды на отмывку ионита более чем на 50% в сравнении с аналогичным периодом эксплуатации прошлого года или на 100% в сравнении с аналогичным периодом эксплуатации первого года после загрузки;

- в) устойчивое ухудшение качества обработанной воды;

- по истечению прогнозного срока службы ионита;

- с периодичностью 1 раз в год при проведении опытно-промышленной эксплуатации новой марки ионообменной смолы;

- при определении динамики ухудшения технологических показателей ионита в процессе его эксплуатации относительно исходных показателей качества (выполняются лабораторные испытания нескольких проб ионита одной марки с разным сроком эксплуатации).

8.2.2 Поскольку отклонения технологических показателей работы ионообменных фильтров могут быть вызваны рядом причин, независящих от ухудшения качества самой ионообменной смолы (например: снижение высоты фильтрующего слоя, ухудшение гидравлических характеристик фильтра, вызванное дефектами дренажно-распределительных систем, применение некачественных реагентов, ухудшение качества обрабатываемой воды, изменения режима эксплуатации и т.д.), для выявления возможных причин неудовлетворительной работы фильтров требуется исследование качества эксплуатируемого ионита на предмет изменения его технологических показателей в стандартных лабораторных условиях.

8.2.3 Целью эксплуатационного контроля качества ионитов является:

- определение степени отработки ресурса ионита и оценки целесообразности его замены;

- определение фактического срока службы смолы;

- определение возможности продления срока службы смолы.

8.2.4 Пробу ионита из фильтра отбирают в регенерированной форме после отмывки специальным щупом длиной 1000 мм и диаметром 20-25 мм из нержавеющей стали (или полый пластиковой трубкой таких же размеров, которая после заполнения закрывается пробкой) погружением в слой по вертикали на глубине 400-500 мм.

8.2.5 Эксплуатационный контроль качества ионитов производится в соответствии с действующими ГОСТ в следующем объеме:

- внешний вид (визуально без увеличительных приборов определяется цвет и конфигурация зерен ионита, наличие инородных включений и загрязнений);
- динамическая обменная емкость, определяемая при заданном расходе реагента на регенерацию ионитов с фиксацией расхода воды на отмывку (ГОСТ 20255.2);
- количество осколков при визуальном контроле состояния гранул ионитов (с применением увеличительных приборов);
- массовая доля влаги, определяемая методом воздушно-тепловой суши (ГОСТ 10898.1);
- для анионитов – удельная загрязненность органическими веществами в расчете на 1 дм<sup>3</sup> смолы, определяемая при пропуске через анионит раствора поваренной соли и едкого натра (10% NaCl + 2% NaOH) с температурой 40-45 °С. Методика обработки пробы анионита сощелочным раствором аналогична методике, представленной в приложении Б. Определение содержания выделенных из смолы органических веществ (по показателю перманганатной окисляемости) производится в собираемых сощелочных и отмывочных водах.

8.2.6 Рекомендуемые технологические критерии оценки необходимости замены ионообменных материалов представлены в таблице 33.

Таблица 33 - Технологические критерии оценки необходимости замены ионитов

Тип ионита, применяемая технология	Снижение ДОЕ, %, более	Количество осколков, %, более	Кратность увеличения воды на отмывку, более	Содержание органических веществ, гО на 1 дм <sup>3</sup> ионита, более
<i>Сильнокислотные катиониты:</i>				
Na-катионирование воды и H-катионирование воды на ОУ	40	40	-	-
Обессоливание турбинного конденсата (БОУ)	30	20	-	-
<i>Слабокислотные катиониты</i>				
	50	40	-	-
<i>Слабоосновные аниониты</i>				
	40	40	3,0	3,0/5,0*
<i>Сильноосновные аниониты:</i>				
Анионирование воды на ОУ	40	40	3,0	3,0/5,0*
Обессоливание турбинного конденсата (БОУ)	30	20	2,5	
* В числителе – для гелевых анионитов, в знаменателе – для макропористых анионитов				
ОУ – обессоливающая установка. БОУ – блочная обессоливающая установка.				

8.2.7 Независимо от критериев, представленных в таблице 33, ионит подлежит замене в случае, если ухудшение технологических показателей работы ионообменного фильтра приводит к увеличению эксплуатационных затрат, сопоставимых со стоимостью загрузки нового фильтрующего материала.

8.2.8 При снижении технологических показателей анионита, перед принятием решения о его замене, рекомендуется проведение сощелочной промывки смолы. Предварительно целесообразность и эффективность данной операции проверяется путем обработки пробы ионита в соответствии с методикой, представленной в приложении Б, в лабораторных условиях. Индикатором эффективности проведения сощелочной промывки является степень увеличения динамической обменной емкости анионита, снижение расхода воды на его отмывку.

8.2.9 Повышение массовой доли влаги ионообменной смолы более чем на 5 ед. относительно значений, полученных при входном контроле, указывает на разрушение матрицы ионита, который подлежит замене. В данном случае сощелочная промывка анионита будет процедурой заранее неэффективной и бесполезной.

8.2.10 В таблице 34 представлены данные, позволяющие оценить динамику снижения динамической обменной емкости ионитов в процессе их эксплуатации в схемах подготовки обессоленной (умягченной) добавочной воды.

Таблица 34 – Регламентируемое снижение ДОЕ в процессе эксплуатации ионитов

Тип ионита	Снижение ДОЕ в год, не более, %		
	в первый год эксплуатации	во второй год эксплуатации	в последующие годы эксплуатации
Сильнокислотные катиониты	5	5	5
Слабокислотные катиониты	15	7	5
Слабоосновные аниониты	15	7	5
Сильноосновные аниониты	20	10	5

## 9 Хранение смол во время останова оборудования. Консервация

9.1 В случае останова ВПУ на продолжительный срок (более 1 месяца) производится консервация ионитов, предотвращающая их деградацию вследствие нестабильности ионной формы и размножения бактерий.

9.2 Консервация ионитов осуществляется последовательным проведением следующих операций:

- тщательная взрыхляющая промывка с последующим проведением регенерации и отмывки в соответствии с режимной картой эксплуатации установки;
- перевод в солевую форму, являющуюся наиболее устойчивой для хранения, путем пропускания раствора поваренной соли с концентрацией 8-10% со скоростью 3-4 м/ч до выравнивания концентрации на входе и выходе фильтра: катиона натрия – для катионитов, аниона хлора – для сильноосновных анионитов. Слабоосновные аниониты достаточно после срабатывания тщательно взрыхлить.
- отмывка ионитов от избытка хлоридов;
- дренирование воды из фильтров и закрытие арматуры с обеспечением герметичности оборудования.

## Приложение А

### (обязательное)

#### Формулы расчета основных технологических показателей ионообменных фильтров

##### А.1 Технологические показатели Na-катионитных фильтров

А.1.1 Ниже представлены формулы расчета основных технологических показателей Na-катионитных фильтров (для прямоточного Na-катионирования I ступени, а также одноступенчатого прямоточного или противоточного Na-катионирования воды).

А.1.1.1 Фактическая катионная нагрузка на Na-катионитный фильтр за фильтроцикл  $\sum K$ , г-экв/дм<sup>3</sup>:

$$\sum K = \mathcal{J}_{\text{общ}} \times Q, \quad (\text{A.1})$$

где  $\mathcal{J}_{\text{общ}}$  – средняя за фильтроцикл общая жесткость воды на входе в Na-катионитный фильтр I ступени, мг-экв/дм<sup>3</sup>;

$Q$  – фактический фильтроцикл Na-катионитного фильтра I ступени, м<sup>3</sup>.

Для Na-катионитных противоточных фильтров:

$Q$  – заданный фильтроцикл противоточного Na-катионитного фильтра, м<sup>3</sup>, определяемый на основании расчета соответствующей комплексной программы разработчика противоточной технологии или в соответствии с режимной картой.

А.1.1.2 Фактическая рабочая обменная емкость Na-катионитного фильтра  $POE$ , г-экв/м<sup>3</sup>:

$$POE = \frac{\sum K}{V}, \quad (\text{A.2})$$

где  $V$  – объем катионита в Na-катионитном фильтре, м<sup>3</sup>.

А.1.1.3 Расход 100%-ного NaCl на регенерацию Na-катионитного фильтра  $M$ , кг:

$$M = \frac{\sum K \times Y'}{1000}, \quad (\text{A.3})$$

где  $Y'$  – нормативный удельный расход 100%-ного NaCl на регенерацию Na-катионитного фильтра, г/г-экв, определяемый в соответствии с таблицей 27 или режимной картой.

А.1.1.4 Фактический удельный расход 100%-ного NaCl на регенерацию Na-катионитного фильтра  $Y$ , г/г-экв:

$$Y = \frac{M \times 1000}{\sum K}, \quad (\text{A.4})$$

А.1.2 Ниже представлены формулы расчета основных технологических показателей прямоточных Na-катионитных фильтров II ступени.

А.1.2.1 Расход 100%-ного NaCl на регенерацию Na-катионитного фильтра II ступени  $M$ , кг:

$$M = m \times V, \quad (\text{A.5})$$

где  $m$  – расход 100%-ного NaCl на регенерацию Na-катионитного фильтра II ступени, кг/м<sup>3</sup>, определяемый в соответствии с таблицей 12 или режимной картой.

$V$  – объем катионита в Na-катионитном фильтре II ступени, м<sup>3</sup>.

А.1.2.2 Расчетный фильтроцикл Na-катионитного фильтра II ступени  $Q$ , м<sup>3</sup>:

$$Q = \frac{M \times 1000}{350 \times J_{\text{общ}}}, \quad (\text{A.6})$$

где 350 – нормативный удельный расход 100%-ного NaCl на регенерацию Na-катионитных фильтров II ступени, г-экв/м<sup>3</sup>;

$J_{\text{общ}}$  – средняя за фильтроцикл общая жесткость воды на входе в Na-катионитный фильтр II ступени, мг-экв/дм<sup>3</sup>.

## А.2 Технологические показатели фильтров-органопоглотителей

Ниже представлены формулы расчета основных технологических показателей фильтров-органопоглотителей.

А.2.1 Фактическая нагрузка по органическим веществам на фильтр-органопоглотитель за фильтроцикл  $\sum H_{OB}$ , гО:

$$\sum H_{OB} = c_{OB_{\text{вх}}} \times Q, \quad (\text{A.7})$$

где  $c_{OB_{\text{вх}}}$  – средняя за фильтроцикл концентрация органических веществ в воде (перманганатная окисляемость воды) на входе в фильтр-органопоглотитель, мгО/дм<sup>3</sup>;

$Q$  – фактический фильтроцикл фильтра-органопоглотителя, м<sup>3</sup>.

А.2.2 Фактическая рабочая обменная емкость фильтра-органопоглотителя  $POE$ , гО/дм<sup>3</sup>:

$$POE = \frac{\sum H_{OB}}{1000 \times V}, \quad (\text{A.8})$$

где  $V$  – объем анионита в фильтре-органопоглотителе, м<sup>3</sup>.

А.2.3 Фактическая степень сорбции органических веществ фильтром-органопоглотителем  $\alpha_{OB}$ , %:

$$\alpha_{OB} = \frac{c_{OB_{\text{вх}}} - c_{OB_{\text{вых}}}}{c_{OB_{\text{вх}}}} \times 100; \quad (\text{A.9})$$

где  $c_{OB_{\text{вых}}}$  – средняя за фильтроцикл концентрация органических веществ в воде (перманганатная окисляемость воды) на выходе фильтра-органопоглотителя, мгО/дм<sup>3</sup>.

А.2.4 Расход 100%-ного NaCl на регенерацию фильтра-органопоглотителя  $M_{NaCl}$ , кг:

$$M_{NaCl} = 300 \times V \times 1,08, \quad (\text{A.10})$$

где 1,08 – плотность солящелочного раствора, г/см<sup>3</sup>.

А.2.5 Расход 100%-ного NaOH на регенерацию фильтра-органопоглотителя  $M_{NaOH}$ , кг:

$$M_{NaOH} = 60 \times V \times 1,08 \quad (\text{A.11})$$

### А.3 Технологические показатели Н-катионитных фильтров

А.3.1 Ниже представлены формулы расчета основных технологических показателей Н-катионитных фильтров (для прямоточного Н-катионирования I ступени, а также противоточного Н-катионирования воды).

А.3.1.1 Фактическая катионная нагрузка на Н-катионитный фильтр за фильтроцикл  $\sum K$ , г-экв:

$$\sum K = (Ш_{общ} + K) \times Q, \quad (\text{A.12})$$

где  $Ш_{общ}$  – средняя за фильтроцикл общая щелочность воды на входе в Н-катионитный фильтр I ступени, мг-экв/дм<sup>3</sup>;

$K$  – средняя за фильтроцикл кислотность воды на выходе Н-катионитного фильтра I ступени, мг-экв/дм<sup>3</sup>;

$Q$  – фактический фильтроцикл Н-катионитного фильтра I ступени, м<sup>3</sup>.

Для Н-катионитных фильтров I ступени (предвключенного и основного):

$Ш_{общ}$  – средняя за фильтроцикл общая щелочность воды на входе в Н-катионитный предвключенный фильтр, мг-экв/дм<sup>3</sup>;

$K$  – средняя за фильтроцикл кислотность воды на выходе Н-катионитного основного фильтра, мг-экв/дм<sup>3</sup>;

Для Н-катионитных противоточных фильтров:

$Q$  – заданный фильтроцикл противоточного Н-катионитного фильтра, м<sup>3</sup>, определяемый на основании расчета соответствующей комплексной программы разработчика противоточной технологии или в соответствии с режимной картой.

А.3.1.2 Фактическая рабочая обменная емкость Н-катионитного фильтра  $POE$ , г-экв/м<sup>3</sup>:

$$POE = \frac{\sum K}{V} \quad (\text{A.13})$$

где  $V$  – объем катионита в Н-катионитном фильтре, м<sup>3</sup>.

А.3.1.3 Расход 100%-ной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> на регенерацию Н-катионитного фильтра  $M$ , кг:

$$M = \frac{\sum K \times Y'}{1000}, \quad (\text{A.14})$$

где  $Y'$  – нормативный удельный расход 100%-ной  $H_2SO_4$  на регенерацию Н-катионитного фильтра, г/г-экв, определяемый в соответствии с таблицей 29 (для прамоточных фильтров) и на основании данных расчета соответствующей комплексной программы разработчика технологии (для противоточных фильтров) или в соответствии с режимной картой.

А.3.1.4 Фактический удельный расход 100%-ной  $H_2SO_4$  на регенерацию Н-катионитного фильтра  $Y$ , г/г-экв:

$$Y = \frac{M \times 1000}{\sum K}, \quad (\text{A.15})$$

А.3.2 Ниже представлены формулы расчета основных технологических показателей прамоточных Н-катионитных фильтров II ступени.

А.3.2.1 Расход 100%-ной  $H_2SO_4$  на регенерацию Н-катионитного фильтра II ступени  $M$ , кг:

$$M = m \times V, \quad (\text{A.16})$$

где  $m$  – расход 100%-ной  $H_2SO_4$  на регенерацию Н-катионитного фильтра II ступени, кг/м<sup>3</sup>, определяемый в соответствии с таблицей 15 или режимной картой.

$V$  – объем катионита в Н-катионитном фильтре II ступени, м<sup>3</sup>.

А.3.2.2 Расчетный фильтроцикл Н-катионитного фильтра II ступени  $Q$ , м<sup>3</sup>:

$$Q = \frac{M \times 1000}{150 \times (\text{Щ}_{\text{общ}} + K)}, \quad (\text{A.17})$$

где 150 – нормативный удельный расход 100%-ной  $H_2SO_4$  на регенерацию Na-катионитных фильтров II ступени, г/г-экв;

$\text{Щ}_{\text{общ}}$  – средняя за фильтроцикл общая щелочность воды на входе в Н-катионитный фильтр II ступени, мг-экв/дм<sup>3</sup>;

$K$  – средняя за фильтроцикл кислотность воды на выходе Н-катионитного фильтра II ступени, мг-экв/дм<sup>3</sup>.

А.3.3 Ниже представлены формулы расчета основных технологических показателей Н-катионитных фильтров (для прамоточного Н-катионирования III ступени, а также Н-катионирования пермеата ООУ).

А.3.3.1 Расход 100%-ной  $H_2SO_4$  на регенерацию Н-катионитного фильтра  $M$ , кг:

$$M = m \times V, \quad (\text{A.18})$$

где  $m$  – расход 100%-ной  $H_2SO_4$  на регенерацию Н-катионитного фильтра, кг/м<sup>3</sup>, определяемый в соответствии с таблицами 15, 17 или режимной картой.

$V$  – объем катионита в Н-катионитном фильтре, м<sup>3</sup>.

А.3.3.2 Расчетный фильтроцикл Н-катионитного фильтра  $Q$ , м<sup>3</sup>:

$$Q = \frac{M \times 1000}{Y'}, \quad (\text{A.19})$$

где  $Y'$  – нормативный удельный расход 100%-ной  $H_2SO_4$  на регенерацию Н-катионитных фильтров,  $г/м^3$ , определяемый в соответствии с п.п. 6.4.2 и 6.4.3.

#### А.4 Технологические показатели анионитных фильтров

А.4.1 Ниже представлены формулы расчета основных технологических показателей прамоточных анионитных фильтров I ступени, эксплуатируемых в режиме раздельной регенерации.

А.4.1.1 Фактическая анионная нагрузка на анионитный фильтр I ступени за фильтроцикл  $\sum A$ , г-экв:

- при загрузке слабоосновным анионитом:

$$\sum A = K \times Q, \quad (A.20)$$

- при загрузке сильноосновным анионитом:

$$\sum A = \left( K + \frac{CO_2^{6x.} + CO_2^{6yx.}}{22} + \frac{SiO_2^{6x.} - SiO_2^{6yx.}}{30} \right) \times Q, \quad (A.21)$$

где  $K$  – средняя за фильтроцикл кислотность воды на входе в анионитный фильтр I ступени, мг-экв/дм<sup>3</sup>;

$CO_2^{6x.}$  и  $CO_2^{6yx.}$  – среднее за фильтроцикл содержание угольной кислоты в воде на входе и выходе анионитного фильтра I ступени, мг/дм<sup>3</sup>;

$SiO_2^{6x.}$  и  $SiO_2^{6yx.}$  – среднее за фильтроцикл содержание кремниевой кислоты в воде на входе и выходе анионитного фильтра I ступени, мг/дм<sup>3</sup>;

$Q$  – фактический фильтроцикл анионитного фильтра I ступени, м<sup>3</sup>.

А.4.1.2 Фактическая рабочая обменная емкость анионитного фильтра I ступени  $POE$ , г-экв/м<sup>3</sup>:

$$POE = \frac{\sum A}{V}, \quad (A.22)$$

где  $V$  – объем анионита в анионитном фильтре I ступени, м<sup>3</sup>.

А.4.1.3 Расход 100%-ного NaOH на регенерацию анионитного фильтра I ступени  $M$ , кг:

$$M = \frac{\sum A \times Y'}{1000}, \quad (A.23)$$

где  $Y'$  – нормативный удельный расход 100%-ного NaOH на регенерацию анионитного фильтра I ступени, определяемый в соответствии с таблицей 30 или режимной картой, г/г-экв.

А.4.1.4 Фактический удельный расход 100%-ного NaOH на регенерацию анионитного фильтра I ступени  $Y$ , г/г-экв:

$$y = \frac{M \times 1000}{\sum A}, \quad (\text{A.24})$$

А.4.1.5 Допустимый фильтроцикл анионитного фильтра I ступени, исходя из органической нагрузки  $Q'$ , м<sup>3</sup>:

$$Q' = \frac{1000 \times H_{OB} \times V}{c_{OB}}, \quad (\text{A.25})$$

где  $c_{OB}$  – средняя за фильтроцикл концентрация органических веществ в воде (перманганатная окисляемость воды) на входе в анионитный фильтр I ступени, мгО/дм<sup>3</sup>;

$H_{OB}$  – предельно допустимая нагрузка по органическим веществам за фильтроцикл, определяемая в соответствии с таблицей 6.

А.4.2 Ниже представлены формулы расчета основных технологических показателей анионитных фильтров II ступени, эксплуатируемых в режиме отдельной регенерации.

А.4.2.1 Фактическая анионная нагрузка на анионитный фильтр II ступени за фильтроцикл  $\sum A$ , г-экв:

$$\sum A = \left( \frac{CO_2}{22} + \frac{SiO_2}{30} \right) \times Q, \quad (\text{A.26})$$

где  $SiO_2$  – среднее за фильтроцикл содержание кремниевой кислоты в воде на входе в анионитный фильтр II ступени, мг/дм<sup>3</sup>;

$CO_2$  – среднее за фильтроцикл содержание угольной кислоты в воде на входе в анионитный фильтр II ступени, мг/дм<sup>3</sup>;

$Q$  – фактический фильтроцикл анионитного фильтра II ступени, м<sup>3</sup>.

А.4.2.2 Фактическая рабочая обменная емкость анионитного фильтра II ступени  $POE$ , г-экв/м<sup>3</sup>:

$$POE = \frac{\sum A}{V}, \quad (\text{A.27})$$

где  $V$  – объем анионита в анионитном фильтре II ступени, м<sup>3</sup>.

А.4.2.3 Расход 100%-ного NaOH на регенерацию анионитного фильтра II ступени  $M$ , кг

$$M = m \times V, \quad (\text{A.28})$$

где  $m$  – расход 100%-ного NaOH на регенерацию анионитного фильтра II ступени, кг/м<sup>3</sup>, определяемый в соответствии с таблицей 21 или режимной картой.

$V$  – объем анионита в анионитном фильтре II ступени, м<sup>3</sup>.

А.4.2.4 Расчетный фильтроцикл анионитного фильтра II ступени, исходя из органической нагрузки  $Q'$ , м<sup>3</sup>:

$$Q' = \frac{1000 \times H_{OB} \times V}{c_{OB}}, \quad (\text{A.29})$$

где  $c_{OB}$  – средняя за фильтроцикл концентрация органических веществ в воде (перманганатная окисляемость воды) на входе в анионитный фильтр II ступени, мгО/дм<sup>3</sup>;

$H_{OB}$  – предельно допустимая нагрузка по органическим веществам за фильтроцикл, определяемая в соответствии с таблицей 8.

А.4.2.5 Фактический удельный расход 100%-ного NaOH на регенерацию анионитного фильтра II ступени  $Y$ , г/г-экв:

$$Y = \frac{M \times 1000}{\sum A}, \quad (\text{A.30})$$

А.4.3 Ниже представлены формулы расчета основных технологических показателей проточных анионитных фильтров I и II ступени, эксплуатируемых в режиме совместной регенерации.

А.4.3.1 Фактическая анионная нагрузка на анионитные фильтры за фильтроцикл  $\sum A$ , г-экв:

$$\sum A = K \times Q_I + \left( \frac{SiO_2}{30} + \frac{CO_2}{22} \right) \times Q_{II}, \quad (\text{A.31})$$

где  $K$  – средняя за фильтроцикл кислотность воды на входе в анионитный фильтр I ступени, мг-экв/дм<sup>3</sup>;

$SiO_2$  – среднее за фильтроцикл содержание кремниевой кислоты в воде на входе в анионитный фильтр II ступени, мг/дм<sup>3</sup>;

$CO_2$  – среднее за фильтроцикл содержание угольной кислоты в воде на входе в анионитный фильтр II ступени, мг/дм<sup>3</sup>;

$Q_I$  – фактический фильтроцикл анионитного фильтра I ступени, м<sup>3</sup>.

$Q_{II}$  – фактический фильтроцикл анионитного фильтра II ступени, м<sup>3</sup>.

А.4.3.3 Фактическая рабочая обменная емкость анионитного фильтра I ступени определяется в соответствии с п.п. А.4.1.1 и А.4.1.2, анионитного фильтра II ступени – в соответствии с п.п. А.4.2.1 и А.4.2.2.

А.4.3.4 Расход 100%-ного NaOH на регенерацию анионитных фильтров  $M$ , кг:

$$M = \frac{\sum A \times Y'}{1000}, \quad (\text{A.32})$$

где  $Y'$  – нормативный удельный расход 100%-ного NaOH на регенерацию анионитных фильтров, г/г-экв, определяемый в соответствии с таблицей 30.

А.4.3.5 Фактический удельный расход 100%-ного NaOH на регенерацию анионитных фильтров  $Y$ , г/г-экв:

$$Y = \frac{M \times 1000}{\sum A}, \quad (\text{A.33})$$

А.4.3.6 Расчетный фильтроцикл анионитного фильтра II ступени определяется исходя из органической нагрузки в соответствии с п. А.4.2.4.

А.4.4 Ниже представлены формулы расчета основных технологических показателей противоточных анионитных фильтров.

А.4.4.1 Фактическая анионная нагрузка на противоточный анионитный фильтр за фильтроцикл  $\sum A$ , г-экв:

$$\sum A = \left( K + \frac{SiO_2}{30} + \frac{CO_2}{22} \right) \times Q, \quad (A.34)$$

где  $K$  – средняя за фильтроцикл кислотность воды на входе в противоточный анионитный фильтр, мг-экв/дм<sup>3</sup>;

$SiO_2$  – среднее за фильтроцикл содержание кремниевой кислоты в воде на входе в противоточный анионитный фильтр, мг/дм<sup>3</sup>;

$CO_2$  – среднее за фильтроцикл содержание угольной кислоты в воде на входе в противоточный анионитный фильтр, мг/дм<sup>3</sup>;

$Q$  – заданный фильтроцикл противоточного анионитного фильтра, м<sup>3</sup>, определяемый на основании расчета соответствующей комплексной программы разработчика противоточной технологии или в соответствии с режимной картой.

А.4.4.2 Фактическая рабочая обменная емкость противоточного анионитного фильтра  $POE$ , г-экв/м<sup>3</sup>:

$$POE = \frac{\sum A}{V}; \quad (A.35)$$

где  $V$  – объем анионита в противоточном анионитном фильтре, м<sup>3</sup>.

А.4.4.3 Расход 100%-ного NaOH на регенерацию противоточного анионитного фильтра  $M$ , кг:

$$M = \frac{\sum A \times Y'}{1000}, \quad (A.36)$$

где  $Y'$  – нормативный удельный расход 100%-ного NaOH на регенерацию анионитных фильтров, г/г-экв, определяемый на основании расчета соответствующей комплексной программы разработчика противоточной технологии или в соответствии с режимной картой.

А.4.4.4 Фактический удельный расход 100%-ного NaOH на регенерацию анионитных фильтров  $Y$ , г/г-экв:

$$Y = \frac{M \times 1000}{\sum A}, \quad (A.37)$$

А.4.5 Ниже представлены формулы расчета основных технологических показателей анионитных фильтров (для прямоточного анионирования III ступени, а также анионирования пермеата ООУ).

А.4.5.1 Расход 100%-ного NaOH на регенерацию анионитного фильтра  $M$ , кг:

$$M = m \times V, \quad (A.38)$$

где  $m$  – расход 100%-ного NaOH на регенерацию анионитного фильтра, кг/м<sup>3</sup>, определяемый в соответствии с таблицами 21, 23 или режимной картой.

$V$  – объем анионита в анионитном фильтре, м<sup>3</sup>.

А.4.5.2 Расчетный фильтроцикл анионитного фильтра  $Q$ , м<sup>3</sup>

$$Q = \frac{M \times 1000}{y'}, \quad (\text{A.39})$$

где  $y'$  – нормативный удельный расход 100%-ного NaOH на регенерацию анионитных фильтров, г/м<sup>3</sup>, определяемый в соответствии с п.п. 6.5.2 и 6.5.3.

**Приложение Б**  
**(справочное)**

**Методика сощелочной промывки анионитов**

Б.1 Сощелочная промывка анионитов производится для удаления органических веществ из анионитов с целью восстановления их технологических характеристик.

Б.2 Промывка слабо- и сильноосновного анионита производится отдельно.

Б.3 Приготовление щелочного раствора поваренной соли осуществляется в специальной емкости, куда подведены: раствор щелочи, обессоленная или частично-обессоленная вода, сжатый воздух для перемешивания раствора. Соль растворяется непосредственно в емкости в связи с тем, что раствор для обработки анионитов не должен содержать катионов жесткости.

Б.4 Щелочной раствор поваренной соли готовится исходя из расчета: три объема раствора на один объем анионита. Раствор содержит 10% хлористого натрия и 2% едкого натра. Температура промывочного раствора:

- 35-40 °С – для слабоосновных акриловых анионитов;
- 40-45 °С – для слабоосновных полистирольных анионитов и сильноосновных полистирольных анионитов 1-го типа;
- 30 °С – для сильноосновных акриловых анионитов и сильноосновных полистирольных анионитов 2-го типа.

Б.5 Перед обработкой анионит необходимо истощить в нормальном рабочем цикле, тщательно взрыхлить и выполнить регенерацию 4%-ным раствором едкого натра (исходя из расхода 50 кг/м<sup>3</sup> 100%-ного NaOH) с последующей отмывкой.

Б.6 При загрязнении анионита железо-органическими соединениями дополнительно производится промежуточная промывка смолы раствором серной кислоты. Для этого:

Провести обработку анионита 2-3%-ным раствором серной кислоты (исходя из расхода 40 кг/м<sup>3</sup> 100%-ной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) со скоростью 12-14 м/ч с промежуточным настаиванием в растворе кислоты в течение 16 часов. Отмыть после настаивания от кислотности.

Б.7 Для проведения сощелочной промывки:

Пропустить два объема сощелочного раствора со скоростью 3-4 м/ч и оставить настаивать в течение 8 часов. На последнем этапе промывки пропустить третий объем сощелочного раствора с такой же скоростью. Отмыть анионит до сравнения концентраций хлоридов на входе и выходе фильтра.

Б.8 Провести регенерацию анионита 4%-ным раствором едкого натра с удельным расходом 200 кг/м<sup>3</sup> в два этапа с промежуточной отмывкой.

**Приложение В**  
**(справочное)**

**Номенклатура ионитов, применяемых для водоподготовки на ТЭС**

В таблице В.1 представлены торговые марки ионитов, предназначенные для применения на ВПУ ТЭС, с указанием владельца торговой марки, завода-изготовителя и страны производства.

Таблица В.1 – Номенклатура ионитов, применяемых для водоподготовки на ТЭС

Торговая марка ионита	Владелец торговой марки	Производитель	Страна производства
<b>ТОКЕМ</b>	ООО ПО «ТОКЕМ» (Россия)		Россия
<b>АН-31</b>	ПАО «Уралхимпласт» (Россия)		
<b>AMBERLITE</b>	The Dow Chemical Company (США)	The Dow Chemical Company	США
		Dow Europe GmbH	Германия, Италия
		Rohm and Haas France SAS	Франция
		Rohm and Haas Shanghai Chemical Industry Co., Ltd.	Китай
		Rohm and Haas Japan K.K	Япония
<b>Lewatit</b>	LANXESS Deutschland GmbH (Германия)	LANXESS Deutschland GmbH	Германия
		LANXESS India Private Limited	Индия
<b>Purolite Puropack Supergel</b>	Brotech Corp. (США)	Purolite LTD.	Румыния, Китай
<b>Trilite</b>	Samyang Corporation (Южная Корея)		Южная Корея
<b>ГРАНИОН</b>	ООО «Гранион» (Россия)	Jiangsu Suqing Water Treatment Engineering Group Co., Ltd.	Китай
<b>INDION</b>	ION EXCHANGE (INDIA) LTD. (Индия)		Индия
<b>TULSION</b>	THERMAX LIMITED (Индия)		

Образцы представленных марок ионообменных смол прошли испытания в лаборатории ОАО «ВТИ», результаты которых представлены в приложении Г.

**Приложение Г**  
**(справочное)**

**Технологические и физико-химические характеристики ионитов**

Г.1 Ниже приведены результаты испытаний образцов ионитов различных марок различных производителей с указанием уровня их опробования, а именно:

- 1 – образец смолы, отобран на заводе-изготовителе представителями ОАО «ВТИ»;
- 2 – образец смолы, отобран при поставке на ВПУ ТЭС или ВПУ другого промышленного объекта представителями ОАО «ВТИ»;
- 3- образец смолы, отобран при поставке на ВПУ ТЭС или ВПУ другого промышленного объекта представителями эксплуатационного персонала;
- 4 – образец смолы представлен производителем.

Г.2 При представлении данных не отбраковывались марки ионитов, имеющие отрицательные результаты испытаний по какому-либо показателю.

Г.3 Данные могут быть использованы в качестве предварительной информации о качестве ионитов и о возможности применения той или иной марки смолы в конкретной технологии водоподготовки на ТЭС при оценке предложений рынка.

Г.4 Приведенные в настоящем разделе результаты относятся к представленным на испытания пробам ионитов и соответствуют указанным характеристикам их исследования. Значения показателей качества ионообменных смол разных партий в допустимых пределах, регламентируемых производителем, могут отличаться.

Г.5 ОАО «ВТИ» не несет ответственность за качество ионообменных смол, поставляемых дилером потребителю.

Таблица Г.1 – Технологические характеристики сильнокислотных катионитов

Марка катионита	ДОЕ, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Уд. расход воды на отмывку, дм <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup>	Гранулометрический состав				
			Размер зерен, мм	Объемная доля фракции		Эффективный / средний размер зерна, d <sub>эф./d<sub>ср.*</sub>, мм</sub>	Коэффициент однородности, K <sub>одн.</sub>
				0,315-1,25 мм, %	0,5-0,8 мм, %		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Полистирольные катиониты гелевой структуры (полидисперсного грансостава)</b>							
ТОКЕМ-100 <sup>1</sup>	450	2,0	0,4-1,25	99,5	60,5	0,49/-	1,51
Lewatit C 249 <sup>4</sup>	480	3,0	0,4-1,0	100	74,0	0,50/-	1,38
PuroLite C 100 <sup>4</sup>	430	3,5	0,315-1,0	100	60,0	0,45/-	1,33
PuroLite C 100MB <sup>4</sup>	450	3,0	0,4-1,25	97,5	34,0	0,57/-	1,61
Trilite SCR-B <sup>1</sup>	480	2,5	0,315-1,25	100	62,0	0,50/-	1,48
ГРАНИОН CS-7 <sup>1</sup>	480	3,0	0,315-1,25	97,5	25,0	0,56/-	1,70
INDION 225 <sup>1</sup>	460	3,0	0,315-1,25	97,0	42,0	0,45/-	1,73
TULSION T-42 <sup>4</sup>	400	3,0	0,4-1,25	99,5	35,0	0,50/-	1,56
TULSION T-50 <sup>4</sup>	440	2,0	0,4-1,25	100	48,0	0,50/-	1,60
TULSION T-52 <sup>4</sup>	435	3,0	0,4-1,25	100	64,0	0,51/-	1,47
<b>Полистирольные катиониты гелевой структуры (однородного грансостава)</b>							
ТОКЕМ-140 <sup>1</sup>	485	2,0	0,5-1,0	100	95,0	-/0,58	1,10
ТОКЕМ-140-10 MB (R) <sup>4</sup>	480	2,0	0,5-0,8	100	99,0	-/0,50	1,05
AMBERLITE HPR1200 <sup>4</sup>	485	2,0	0,5-0,8	100	99,5	-/0,50	1,05
AMBERLITE HPR1300 <sup>4</sup>	480	2,0	0,5-0,8	100	97,0	-/0,56	1,20
AMBERLITE HPR650 <sup>4</sup>	450	2,0	0,5-0,8	100	98,5	-/0,61	1,15
Lewatit MonoPlus S 107NS <sup>4</sup>	470	2,5	0,5-0,8	100	99,0	-/0,53	1,10
Lewatit MonoPlus S 108 <sup>4</sup>	465	2,0	0,5-0,8	100	99,0	-/0,51	1,10
PuroPack PPC 100 <sup>4</sup>	470	3,0	0,4-0,8	100	96,5	-/0,52	1,20
Supergel SGC650 <sup>4</sup>	490	2,5	0,5-0,8	100	99,0	-/0,60	1,20
Trilite MC-08 <sup>1</sup>	495	2,0	0,4-0,63	100	98,5	-/0,50	1,05
Trilite MC-10 <sup>4</sup>	510	2,0	0,4-0,63	100	96,5	-/0,50	1,05
Trilite UPRC120U <sup>1</sup>	500	2,0	0,4-0,63	100	96,5	-/0,50	1,05

Марка катионита	ДОЕ, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Уд. расход воды на отмывку, дм <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup>	Гранулометрический состав				
			Размер зерен, мм	Объемная доля фракции		Эффективный / средний размер зерна, $d_{эф}/d_{ср.*}$ , мм	Коэффициент однородности, $K_{одн.}$
				0,315-1,25 мм, %	0,5-0,8 мм, %		
1	2	3	4	5	6	7	8
TULSION T-42 UPS <sup>4</sup>	450	2,5	0,315-1,0	99,5	89,5	-/0,73	1,20
TULSION T-52 UPS <sup>4</sup>	415	2,5	0,315-1,0	100	85,5	-/0,78	1,29
<b><i>Полистирольные катиониты макропористой структуры</i></b>							
Lewatit MonoPlus SP 112 <sup>4</sup>	415	2,0	0,5-1,0	100	94,5	-/0,57	1,20
<p>*<math>d_{ср} = \sum(d_i * X_i) / 100</math>, мм,  где <math>d_i</math> – размер отверстий <math>i</math>-того сита, мм;  <math>X_i</math> – массовая доля ионита оставшегося на <math>i</math>-том сите с размером отверстий <math>d_i</math>.</p>							
<p>Примечание – в данном списке не представлен сильнокислотный катионит марки КУ-2-8, поскольку катионитов, отвечающих требованиям ГОСТ 20298, не производится.  Представленные наименования марок катионитов не отражают ионную форму поставки.</p>							

Таблица Г.2 – Физико-химические характеристики сильнокислотных катионитов

Марка катионита	Осмотическая стабильность, %	Кол-во целых гранул до/после осмотического шока, %	Механическая прочность (среднее значение), г/гранулу	Массовая доля влаги, %
1	2	3	4	5
<b>Полистирольные катиониты гелевой структуры (полидисперсного грансостава)</b>				
ТОКЕМ-100 <sup>1</sup>	98,8	98,4/73,6	600	-
Lewatit C 249 <sup>4</sup>	100	99,8/95,8	1060	47,3**
Purolite C 100 <sup>4</sup>	99,4	96,4/93,8	1280	46,0**
Purolite C 100MB <sup>4</sup>	100	94,4/12,4	600	47,0**
Trilite SCR-B <sup>1</sup>	99,8	99,8/83,6	990	54,4*
ГРАНИОН CS-7 <sup>1</sup>	100	100/96,6	800	60,5**
INDION 225 <sup>1</sup>	99,0	97,6/80,6	1240	53,0*
TULSION T-42 <sup>4</sup>	100	99,6/99,6	470	-
TULSION T-50 <sup>4</sup>	99,8	99,8/99,6	580	51,4*
TULSION T-52 <sup>4</sup>	99,8	99,8/99,6	560	49,1*
<b>Полистирольные катиониты гелевой структуры (однородного грансостава)</b>				
ТОКЕМ-140 <sup>1</sup>	100	99,6/92,4	780	52,2*
ТОКЕМ-140-10 MB (R) <sup>4</sup>	100	99,6/98,8	970	49,0*
AMBERLITE HPR1200 <sup>4</sup>	99,6	98,0/80,2	800	51,6*
AMBERLITE HPR1300 <sup>4</sup>	100	99,6/73,6	940	48,1*
AMBERLITE HPR650 <sup>4</sup>	100	99,4/98,8	1060	48,0*
Lewatit MonoPlus S 107NS <sup>4</sup>	100	97,6/95,4	1500	46,6*
Lewatit MonoPlus S108 <sup>4</sup>	99,6	100/99,6	1430	51,7*
Puopack PPC 100 <sup>4</sup>	100	99,6/99,6	1400	46,3**
Supergel SGC650 <sup>4</sup>	100	100/99,3	1010	51,0*
Trilite MC-08 <sup>1</sup>	100	100/100	780	43,6**
Trilite MC-10 <sup>4</sup>	100	99,6/99,2	1100	48,8*
Trilite UPRC120U <sup>1</sup>	100	100/99,8	730	47,2*

Марка катионита	Осмотическая стабильность, %	Кол-во целых гранул до/после осмотического шока, %	Механическая прочность (среднее значение), г/гранулу	Массовая доля влаги, %
1	2	3	4	5
TULSION T-42 UPS <sup>1</sup>	99,6	99,8/99,6	435	50,0*
TULSION T-52 UPS <sup>1</sup>	99,8	100/99,8	535	48,2**
<b><i>Полистирольные катиониты макропористой структуры</i></b>				
Lewatit MonoPlus SP 112 <sup>4</sup>	100	99,6/99,6	390	51,8*
* Массовая доля влаги в Н-форме. ** Массовая доля влаги в Na-форме.				
Примечание - представленные наименования марок катионитов не отражают ионную форму поставки.				

Таблица Г.3 – Технологические характеристики слабокислотных катионитов

Марка катионита	ДОЕ, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Уд. расход воды на отмывку, дм <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup>	Гранулометрический состав				
			Размер зерен, мм	Объемная доля фракции		Эффективный размер зерна, d <sub>эф.</sub> , мм	Коэффициент однородности, K <sub>одн.</sub>
				0,315-1,25 мм, %	0,5-0,8 мм, %		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Акриловые катиониты гелевой структуры</b>							
TULSION CXO-12GEL <sup>4*</sup>	800	5,0	0,315-1,25	98,0	-	0,45	1,35
<b>Акриловые катиониты макропористой структуры</b>							
ТОКЕМ-200 <sup>1,3*</sup> , ТОКЕМ-250 <sup>3**</sup>	2300-2520	6,0-14,0	0,315-1,25	99,5-100	60,0-76,0	0,47-0,51	1,36-1,57
AMBERLITE IRC83 <sup>4*</sup>	1400	6,0	0,315-1,0	100	82,0	0,46	1,32
Lewatit CNP 80 <sup>4*</sup>	2110	9,0	0,315-1,25	96,0	53,0	0,40	1,75
Lewatit CNP 80 WS <sup>4*</sup>	2020	9,0	0,315-1,25	96,0	38,0	0,50	1,74
Lewatit CNP LF <sup>3,4**</sup>	2250-2320	6,0-6,5	0,4-1,25	99,5-100	50,0	0,54-0,56	1,48-1,50
Purolite C 104Plus <sup>4*</sup> , Purolite C 104EPlus <sup>4**</sup>	2000	8,0	0,4-1,25	100	45,0	0,48	1,75
Trilite WAC10L <sup>1*</sup>	2200	9,0	0,5-1,0	100	79,0	0,55	1,27
ГРАНИОН CWP-1 IG <sup>1,3*</sup> , ГРАНИОН CWP-1 FG <sup>3**</sup>	2320-2850	8,0-15,0	0,315-1,25	99,0-100	75,0-76,0	0,46-0,48	1,41-1,60
TULSION CXO-12MP <sup>4*</sup>	1170	6,0	0,315-1,25	98,5	-	0,45	1,60
* Промышленный класс. ** Пищевой класс.							
Примечание: – Значения ДОЕ и удельного расхода воды на отмывку определялись при использовании в качестве рабочего раствора воды московского водопровода (жесткость общая – 3,7-5,2 мг-экв/дм <sup>3</sup> , карбонатная – 2,7-4,2 мг-экв/дм <sup>3</sup> ) с отключением фильтра на регенерацию при увеличении остаточной щелочности до 1,0 мг-экв/дм <sup>3</sup> и удельном расходе 100%-ной серной кислоты на регенерацию 1,0-1,1 г-экв/г-экв. Представленные наименования марок катионитов не отражают ионную форму поставки.							

Таблица Г.4 – Физико-химические характеристики слабокислотных катионитов

Марка катионита	Осмотическая стабильность, %	Кол-во целых гранул до/после осмотического шока, %	Механическая прочность (среднее значение), г/гранулу	Массовая доля влаги в Н-форме, %
1	2	3	4	5
<i>Акриловые катиониты гелевой структуры</i>				
TULSION CXO-12GEL <sup>4*</sup>	100	100/100	950	46,5
<i>Акриловые катиониты макропористой структуры</i>				
ТОКЕМ-200 <sup>1,3*</sup> , ТОКЕМ-250 <sup>3**</sup>	99,8-100	100/99,6-100	640-1200	49,9-51,3
AMBERLITE IRC83 <sup>4*</sup>	100	100/100	1600	42,7
Lewatit CNP 80 <sup>4*</sup>	100	100/100	1640	47,5
Lewatit CNP 80 WS <sup>4*</sup>	100	100/100	1400	47,8
Lewatit CNP LF <sup>3,4**</sup>	100	99,6/99,6	1600-1840	45,2-47,3
Purolite C 104Plus <sup>4*</sup> , Purolite C 104EPlus <sup>4**</sup>	99,6	100/99,4	280	54,4
Trilite WAC10L <sup>1*</sup>	100	100/100	810	46,1
ГРАНИОН CWP-1 IG <sup>1,3*</sup> , ГРАНИОН CWP-1 FG <sup>3**</sup>	99,6-100	100/99,2-100	900-1270	48,5-49,0
TULSION CXO-12MP <sup>4*</sup>	99,6	100/99,6	865	48,3
* Промышленный класс. ** Пищевой класс.				
Примечание - представленные наименования марок катионитов не отражают ионную форму поставки.				

Таблица Г.5 – Технологические характеристики слабоосновных анионитов

Марка анионита	ДОЕ, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Уд. расход воды на отмывку, дм <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup>	Гранулометрический состав				
			Размер зерен, мм	Объемная доля фракции		Эффективный / средний размер зерна, d <sub>эф.</sub> /d <sub>ср.*</sub> , мм	Коэффициент однородности, К <sub>одн.</sub>
				0,315-1,25 мм, %	0,5-0,8 мм, %		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Полистирольные аниониты макропористой структуры (полидисперсного грансостава)</b>							
ТОКЕМ-320 <sup>1</sup>	1000	2,5	0,315-1,25	99,0	53,0	0,50/-	1,54
AMBERLITE IRA96 <sup>4</sup>	960	3,5	0,4-1,0	100	75,0	0,50/-	1,40
PuroLite A 103SPlus <sup>4</sup>	1100	4,0	0,315-1,0	99,5	71,0	0,46/-	1,35
PuroLite A 111 <sup>4</sup>	1200	4,0	0,315-1,0	99,5	82,0	0,52/-	1,33
ГРАНИОН АWP-1 <sup>1</sup>	1050	3,5	0,315-1,25	99,5	76,5	0,46/-	1,40
INDION 850 <sup>1</sup>	1150	5,0	0,315-1,25	97,5	50,0	0,40/-	1,65
TULSION A-2 X MP <sup>4</sup>	1080	4,5	0,315-1,25	99,5	41,0	0,53/-	1,62
<b>Полистирольные аниониты макропористой структуры (однородного грансостава)</b>							
Lewatit MonoPlus MP 68 <sup>4</sup>	1040	4,0	0,4-0,8	100	91,5	-/0,50	1,14
PuroPack PPA 100Plus <sup>4</sup>	1050	3,0	0,4-1,0	100	88,0	-/0,62	1,27
Trilite AW90 <sup>1</sup>	1060	3,0	0,4-0,63	100	96,0	-/0,51	1,10
TULSION A-2X MP UPS <sup>4</sup>	1000	3,5	0,5-1,0	100	59,0	-/0,69	1,27
<b>Акриловые аниониты гелевой структуры</b>							
ТОКЕМ-400 <sup>1,3</sup>	1130-1160	16,0	0,4-1,25	99,6-100	49,0-51,5	0,54-0,57/-	1,50-1,55
AMBERLITE IRA67 <sup>3,4</sup>	1340-1350	11,0-12,0	0,315-1,25	99,0-100	57,0-70,0	0,47-0,50/-	1,47-1,52
Lewatit A 8072 <sup>3,4</sup>	1240-1290	9,5-13,0	0,315-1,25	99,0-100	51,0-62,5	0,52-0,57/-	1,42-1,54
PuroLite A 847 <sup>3,4</sup>	1260-1350	12,0-14,0	0,4-1,25	100	89,0-91,5	0,51-0,53/-	1,22-1,32
PuroPack PPA 847 <sup>4</sup>	1390	14,0	0,4-1,25	100	75,0	0,60/-	1,25
ГРАНИОН АWA-G1 <sup>2,3</sup>	1160-1180	10,0-16,0	0,4-1,25	99,5-100	50,0-53,0	0,53-0,56/-	1,41-1,57
TULSION A-20X GEL <sup>4</sup>	1145	9,0	0,4-1,25	99,5	30,0	0,62/-	1,52
<b>Акриловые аниониты макропористой структуры</b>							
Lewatit A 365 <sup>4</sup>	2850	10,0	0,315-1,0	94,5	65,0	0,41/-	1,63
ГРАНИОН АWA-1 <sup>4</sup>	1690	4,0	0,315-1,25	99,0	72,0	0,43/-	1,47
TULSION A-10X MP <sup>4</sup>	1700	21,0	0,315-1,25	98,0	-	0,50/-	1,54

## Окончание таблицы Г.5

Марка анионита	ДОЕ, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Уд. расход воды на отмывку, дм <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup>	Гранулометрический состав				
			Размер зерен, мм	Объемная доля фракции 0,4-2,0, %		Эффективный / средний размер зерна, $d_{эф.}/d_{ср.*}$ , мм	Коэффициент однородности, $K_{одн.}$
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Поликонденсационный анионит гелевой структуры</i>							
АН-31Р <sup>4</sup>	1660	4,5	0,4-2,0	97,0		-	-
<p>*<math>d_{ср} = \sum(d_i * X_i) / 100</math>, мм,  где <math>d_i</math> – размер отверстий <math>i</math>-того сита, мм;  <math>X_i</math> – массовая доля ионита оставшегося на <math>i</math>-том сите с размером отверстий <math>d_i</math>.</p>							

Таблица Г.6 – Физико-химические характеристики слабоосновных анионитов

Марка анионита	Осмотическая стабильность, %	Кол-во целых гранул до/после осмотического шока, %	Механическая прочность (среднее значение), г/гранулу	Массовая доля влаги, %
1	2	3	4	5
<b>Полистирольные аниониты макропористой структуры (полидисперсного грансостава)</b>				
ТОКЕМ-320 <sup>1</sup>	99,8	99,6/99,4	810	59,1*
AMBERLITE IRA96 <sup>4</sup>	98,0	97,0/95,0	500	60,1*
Purolite A 103SPlus <sup>4</sup>	98,6	98,8/96,8	1560	49,9*
Purolite A 111 <sup>4</sup>	98,0	98,2/96,4	280	50,6*
ГРАНИОН АWP-1 <sup>1</sup>	100	99,4/99,4	680	57,0*
INDION 850 <sup>1</sup>	98,0	99,4/95,8	1700	44,5*
TULSION A-2 X MP <sup>4</sup>	99,6	99,2/98,8	815	-
<b>Полистирольные аниониты макропористой структуры (однородного грансостава)</b>				
Lewatit MonoPlus MP 68 <sup>4</sup>	100	99,8/99,8	590	-
Puorack PPA 100Plus <sup>4</sup>	100	99,8/99,8	320	59,7*
Trilite AW90 <sup>1</sup>	99,8	99,8/99,6	1160	42,4*
TULSION A-2X MP UPS <sup>4</sup>	98,8	98,2/97,0	840	49,9*
<b>Акриловые аниониты гелевой структуры</b>				
ТОКЕМ-400 <sup>1,3</sup>	99,6-100	99,4-100/95,0-97,0	490-590	58,9-59,1*
AMBERLITE IRA67 <sup>3,4</sup>	100	100/100	710-990	56,2-59,8*
Lewatit A 8072 <sup>3,4</sup>	99,0-100	99,8-100/99,0-99,8	410-520	51,9-56,6*
Purolite A 847 <sup>3,4</sup>	99,8-100	100/98,2-100	620-820	56,0-57,0*
Puorack PPA 847 <sup>4</sup>	100	100/100	920	57,0*
ГРАНИОН АWA-G1 <sup>2,3</sup>	99,4-100	99,4-99,8/86,4-97,6	540-620	58,9-60,2*
TULSION A-20 X GEL <sup>4</sup>	100	100/100	494	48,4*
<b>Акриловые аниониты макропористой структуры</b>				
Lewatit A 365 <sup>4</sup>	100	100/100	695	48,2*
ГРАНИОН АWA-1 <sup>1</sup>	100	99,6/99,6	700	55,5*
TULSION A-10 X MP <sup>4</sup>	100	99,6/99,6	455	-

СТО 00129840.34.37.009-2019

Окончание таблицы Г.6

Марка анионита	Осмотическая стабильность, %	Кол-во целых гранул до/после осмотического шока, %	Механическая прочность (среднее значение), г/гранулу	Массовая доля влаги, %
1	2	3	4	5
<b><i>Поликонденсационный анионит гелевой структуры</i></b>				
АН-31Р <sup>4</sup>	98,0	58,0/6,0	-	56,0***
*Массовая доля влаги в СО-форме. **Массовая доля влаги в СІ-форме. *** Массовая доля влаги в ОН-форме.				

Таблица Г.7 – Технологические характеристики сильноосновных анионитов

Марка анионита	ДОЕ, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Уд. расход воды на отмывку, дм <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup>	Гранулометрический состав				
			Размер зерен, мм	Объемная доля фракции		Эффективный / средний размер зерна, d <sub>эф.</sub> /d <sub>ср.*</sub> , мм	Коэффициент однородности, К <sub>одн.</sub>
				0,315-1,25 мм, %	0,5-0,8 мм, %		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Полистирольные аниониты гелевой структуры (тип 1) (полидисперсного грансостава)</b>							
AB-17-8*** <sup>1</sup>	835	3,5	0,315-1,25	99,5	46,0	0,53/-	1,57
ТОКЕМ-800 <sup>1</sup>	835	3,5	0,315-1,25	99,5	45,0	0,53/-	1,57
AMBERLITE IRA402 <sup>4</sup>	800	4,0	0,4-1,0	100	56,0	0,56/-	1,39
Lewatit ASB P <sup>4</sup>	790	3,5	0,315-1,25	99,5	76,0	0,46/-	1,41
Lewatit ASB I OH <sup>4</sup>	780	3,0	0,315-1,25	99,5	53,5	0,56/-	1,46
Purolite A 400 <sup>4</sup>	810	3,5	0,315-1,25	100	72,0	0,49/-	1,42
Purolite A 400MB <sup>4</sup>	820	3,0	0,315-1,0	100	70,0	0,43/-	1,49
Trilite SAR10 <sup>1</sup>	790	3,0	0,315-1,0	100	62,0	0,51/-	1,49
ГРАНИОН AS-7 <sup>1</sup>	730	4,0	0,315-1,25	98,5	37,0	0,55/-	1,58
INDION GS 300 <sup>1</sup>	740	4,0	0,4-1,25	100	53,0	0,55/-	1,46
TULSION A-21 <sup>4</sup>	870	3,0	0,4-1,0	100	53,0	0,53/-	1,45
TULSION A-23 <sup>4</sup>	860	4,0	0,4-1,25	100	41,5	0,60/-	1,43
<b>Полистирольные аниониты гелевой структуры (тип 1) (однородного грансостава)</b>							
ТОКЕМ-840 <sup>1</sup>	785	4,0	0,5-0,8	100	99,5	-/0,51	1,05
ТОКЕМ-840 MB/85 (R) <sup>4</sup>	765/635**	2,0	0,5-0,8	100	99,5	-/0,50	1,05
AMBERLITE HPR4200 <sup>4</sup>	820	2,5	0,5-0,8	100	98,5	-/0,58	1,20
AMBERLITE HPR550 <sup>4</sup>	810/650**	3,0	0,4-0,8	100	94,5	-/0,50	1,15
Lewatit MonoPlus M 500 <sup>4</sup>	860	5,0	0,5-0,8	100	99,0	-/0,56	1,10
Lewatit MonoPlus M 800 <sup>4</sup>	800/680**	3,0	0,5-0,8	100	100	-/0,51	1,05
Puorpack PPA 400 <sup>4</sup>	800	3,0	0,5-0,8	100	76,0	-/0,60	1,15
Supergel SGA550 <sup>4</sup>	840/680**	3,0	0,4-0,8	100	95,0	-/0,50	1,12
Trilite MA-12 <sup>1</sup>	840	2,5	0,5-0,63	100	99,5	-/0,50	1,05
Trilite MA-10 <sup>4</sup>	780/640**	3,0	0,5	100	99,0	-/0,50	1,01
Trilite UPRA120U <sup>1</sup>	810/670**	2,5	0,4-0,63	100	98,5	-/0,50	1,05
TULSION A-23UPS <sup>4</sup>	860	4,0	0,4-1,0	100	78,5	-/0,66	1,22

Марка анионита	ДОЕ, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Уд. расход воды на отмывку, дм <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup>	Гранулометрический состав				
			Размер зерен, мм	Объемная доля фракции		Эффективный / средний размер зерна, $d_{эф.}/d_{ср.*}$ , мм	Коэффициент однородности, $K_{одн.}$
				0,315-1,25 мм, %	0,5-0,8 мм, %		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Полистирольные аниониты макропористой структуры (тип 1) (полидисперсного грансостава)</b>							
AMBERLITE IRA900 <sup>4</sup>	530	3,0	0,315-1,25	99,5	64,0	0,52/-	1,45
AMBERLITE HPR900 <sup>4</sup>	520	3,0	0,315-0,8	99,0	91,5	0,50/-	1,32
Purolite A 500Plus <sup>4</sup>	600	4,0	0,315-1,0	99,5	72,0	0,50/-	1,36
Trilite AMP14 <sup>1</sup>	680	3,0	0,4-1,25	100	48,0	0,58/-	1,43
Trilite AMP16 <sup>4</sup>	720/610**	4,0	0,4-1,25	99,5	32,0	0,63/-	1,41
<b>Полистирольные аниониты макропористой структуры (тип 1) (однородного грансостава)</b>							
Lewatit MonoPlus MP 800 <sup>4</sup>	465	3,5	0,5-0,8	100	99,0	-/0,51	1,05
<b>Полистирольные аниониты гелевой структуры (тип 2)</b>							
Lewatit MonoPlus M 600 <sup>3</sup>	1133	6,0	0,5-0,8	100	99,5	-/0,52	1,10
<b>Акриловые аниониты гелевой структуры</b>							
Lewatit A 8071 <sup>4</sup>	820	3,0	0,4-1,25	99,0	45,0	0,57/-	1,49
<b>Аниониты-органопоглотители</b>							
Purolite A860 <sup>2</sup>	-	-	0,5-1,25	100	45,0	0,60/-	1,43
<p>*<math>d_{ср.} = \sum(d_i * X_i) / 100</math>, мм,  где <math>d_i</math> – размер отверстий <math>i</math>-того сита, мм;  <math>X_i</math> – массовая доля ионита оставшегося на <math>i</math>-том сите с размером отверстий <math>d_i</math>.  **В числителе значение ДОО для анионита в С1-форме, в знаменателе значение ДОО для анионита в ОН-форме (для анионитов, применяемых в схемах БОУ).,  ***Производство ООО ПО «ТОКЕМ»</p>							
Примечание - представленные наименования марок анионитов не отражают ионную форму поставки.							

Таблица Г.8 – Физико-химические характеристики сильноосновных анионитов

Марка анионита	Осмотическая стабильность, %	Кол-во целых гранул до/после осмотического шока, %	Механическая прочность (среднее значение), г/гранулу	Массовая доля влаги, %
1	2	3	4	5
<b>Полистирольные аниониты гелевой структуры (тип 1) (полидисперсного грансостава)</b>				
AB-17-8*** <sup>1</sup>	100	98,2/88,8	735	45,5*
ТОКЕМ-800 <sup>1</sup>	99,6	99,0/86,0	740	44,4*
AMBERLITE IRA402 <sup>4</sup>	97,6	98,6/93,6	1180	52,7*
Lewatit ASB P <sup>4</sup>	100	100/100	1130	50,0*
Lewatit ASB 1 OH <sup>4</sup>	91,5	93,6/14,8	740	61,0**
Purolite A 400 <sup>4</sup>	94,0	84,0/51,0	1070	49,1*
Purolite A 400MB <sup>4</sup>	98,4	83,8/56,4	770	46,6*
Trilite SAR10 <sup>1</sup>	99,4	99,6/1,0	325	45,6*
ГРАНИОН AS-7 <sup>1</sup>	100	99,2/94,8	1100	54,4*
INDION GS 300 <sup>1</sup>	98,2	98,6/51,0	650	-
TULSION A-21 <sup>4</sup>	99,0	99,8/98,8	800	49,3*
TULSION A-23 <sup>4</sup>	98,8	99,2/98,0	580	-
<b>Полистирольные аниониты гелевой структуры (тип 1) (однородного грансостава)</b>				
ТОКЕМ-840 <sup>1</sup>	100	99,6/93,6	1030	43,5*
ТОКЕМ-840 MB/85 (R) <sup>4</sup>	98,9	100/66,5	530	55,1**
AMBERLITE HPR4200 <sup>4</sup>	97,3	91,8/79,0	860	51,2*
AMBERLITE HPR550 <sup>4</sup>	99,2	100/93,6	800	60**
Lewatit MonoPlus M 500 <sup>4</sup>	99,8	99,6/98,4	945	-
Lewatit MonoPlus M 800 <sup>4</sup>	100	98,8/98,6	1900	59,3**
Puorpack PPA 400 <sup>4</sup>	93,6	99,0/2,0	420	44,5*
Supergel SGA550 <sup>4</sup>	98,6	97,2/93,0	790	46,0*
Trilite MA-12 <sup>1</sup>	100	99,6/96,0	940	51,0*
Trilite MA-10 <sup>4</sup>	98,6	100/98,6	650	61,5**
Trilite UPRA120U <sup>1</sup>	100	95,0/92,8	2010	41,2*
TULSION A-23UPS <sup>4</sup>	100	100/100	815	49,2*

Марка анионита	Осмотическая стабильность, %	Кол-во целых гранул до/после осмотического шока, %	Механическая прочность (среднее значение), г/гранулу	Массовая доля влаги, %
1	2	3	4	5
<b>Полистирольные аниониты макропористой структуры (тип 1) (полидисперсного грансостава)</b>				
AMBERLITE IRA900 <sup>4</sup>	98,4	99,6/98,0	310	61,3*
AMBERLITE HPR900 <sup>4</sup>	100	96,4/96,4	250	71,5**
Purolite A 500Plus <sup>4</sup>	96,5	99,4/96,0	500	61,5*
Trilite AMP14 <sup>1</sup>	99,8	99,2/99,0	240	62,9*
Trilite AMP16 <sup>4</sup>	97,7	97,2/95,0	230	68,0**
<b>Полистирольные аниониты макропористой структуры (тип 1) (однородного грансостава)</b>				
Lewatit MonoPlus MP 800 <sup>4</sup>	99,8	99,2/99,0	210	65,5*
<b>Полистирольные аниониты гелевой структуры (тип 2)</b>				
Lewatit MonoPlus M 600 <sup>3</sup>	99,6	100/99,2	1180	47,1*
<b>Акриловые аниониты гелевой структуры</b>				
Lewatit A 8071 <sup>4</sup>	100	99,8/98,8	750	52,5*
<b>Аниониты-органопоглотители</b>				
Purolite A860 <sup>2</sup>	98,2	96,0/91,0	200	-
*Массовая доля влаги в Cl- форме. **Массовая доля влаги в OH-форме. ***Производство ООО ПО «ТОКЕМ».				
Примечание - представленные наименования марок анионитов не отражают ионную форму поставки.				

**Приложение Д (справочное)**  
**Данные фирм-производителей ионитов**

Ниже приведена техническая информация о характеристиках ионитов, которая может быть использована при загрузке и пусковой наладке ионообменных смол. Информация представлена производителями ионитов.

Таблица Д1 – Данные производителей. Сильнокислотные катиониты

Марка катионита	Ионная форма поставки	Насыпная масса, г/дм <sup>3</sup>	Обратимое изменение объема Na→H, не более, %
1	2	3	4
<i>Полистирольные катиониты гелевой структуры (полидисперсного грансостава)</i>			
ТОКЕМ-100 (H, Na)	H <sup>+</sup>	750 - 820	5 - 8
	Na <sup>+</sup>	800 - 850	
Lewatit C 249	Na <sup>+</sup>	827 - 837	7
Purolite C100H	H <sup>+</sup>	745 - 785	8
Purolite C100	Na <sup>+</sup>	800 - 840	
Purolite C100MBH	H <sup>+</sup>	755 - 790	8
Purolite C100MB	Na <sup>+</sup>	800 - 840	
Trilite SCR-BH	H <sup>+</sup>	780	8
Trilite SCR-B	Na <sup>+</sup>	830	
ГРАНИОН CS-7 (H, Na)	H <sup>+</sup>	730 - 800	8 - 10
	Na <sup>+</sup>	780 - 850	
INDION 225H	H <sup>+</sup>	800	6 - 7
INDION 225Na	Na <sup>+</sup>	830	
TULSION T-42 (H, Na)	H <sup>+</sup>	800 - 840	7
	Na <sup>+</sup>	830 - 870	
TULSION T-50 (H, Na)	H <sup>+</sup>	800 - 840	7
	Na <sup>+</sup>	810 - 850	
TULSION T-52 (H, Na)	H <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup>	830 - 860	6
<i>Полистирольные катиониты гелевой структуры (однородного грансостава)</i>			
ТОКЕМ-140 (H, Na)	H <sup>+</sup>	750 - 800	5 - 8
	Na <sup>+</sup>	800 - 850	
ТОКЕМ-140-10 MB (R)	H <sup>+</sup>	750 - 800	7 - 10
AMBERLITE HPR1200 H	H <sup>+</sup>	785	8
AMBERLITE HPR1200 Na	Na <sup>+</sup>	820	
AMBERLITE HPR1300 H	H <sup>+</sup>	785	7
AMBERLITE HPR1300 Na	Na <sup>+</sup>	840	
AMBERLITE HPR650 H	H <sup>+</sup>	785	7
Lewatit MonoPlus S 107NS	H <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup>	810	10
Lewatit MonoPlus S 108 H	H <sup>+</sup>	790	10
Lewatit MonoPlus S 108	Na <sup>+</sup>	840	
Puorack PPC 100H	H <sup>+</sup>	745 - 785	8
Puorack PPC 100	Na <sup>+</sup>	805 - 830	

## Окончание таблицы Д1

Марка катионита	Ионная форма поставки	Насыпная масса, г/дм <sup>3</sup>	Обратимое изменение объема Na→H, не более, %
1	2	3	4
Supergel SGC650H	H <sup>+</sup>	770 - 790	8
Supergel SGC650	Na <sup>+</sup>	800 - 840	
Trilite MC-08H	H <sup>+</sup>	825	8
Trilite MC-08	Na <sup>+</sup>	780	
Trilite MC-10H	H <sup>+</sup>	800	8
Trilite MC-10	Na <sup>+</sup>	850	
Trilite UPRC120U	H <sup>+</sup>	760	8
TULSION T-42 UPS (H, Na)	H <sup>+</sup>	800 - 840	7
	Na <sup>+</sup>	810 - 850	
TULSION T-52 UPS (H, Na)	H <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup>	830 - 860	6
<b>Полистирольные катиониты макропористой структуры</b>			
Lewatit MonoPlus SP 112 H	H <sup>+</sup>	740	8
Lewatit MonoPlus SP 112	Na <sup>+</sup>		
Примечание – представлены полные наименования марок катионитов с учетом ионной формы поставки.			

Таблица Д2 – Данные производителей. Слабокислотные катиониты

Марка катионита	Ионная форма поставки	Насыпная масса, г/дм <sup>3</sup>	Обратимое изменение объема H→Ca, не более, %
1	2	3	4
<b>Акриловые катиониты гелевой структуры</b>			
TULSION CXO-12 (H, Na)*	H <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup>	750 - 790	-
<b>Акриловые катиониты макропористой структуры</b>			
ТОКЕМ-200 (H, Na)*, ТОКЕМ-250 (H, Na)**	H <sup>+</sup>	740 - 800	7
	Na <sup>+</sup>	780 - 880	
AMBERLITE IRC83 H*	H <sup>+</sup>	785	-
Lewatit CNP 80*	H <sup>+</sup>	750	7
Lewatit CNP 80 WS*	H <sup>+</sup>	750	7
Lewatit CNP LF**	H <sup>+</sup>	750	7
Purolite C 104Plus*, Purolite C 104EPlus**	H <sup>+</sup>	740 - 780	20
Trilite WAC10L*	H <sup>+</sup>	780	10
ГРАНИОН CWP-1 IG (H, Na)*, ГРАНИОН CWP-1 FG (H, Na)**	H <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup>	740 - 880	-
TULSION CXO-12MP (H, Na)*	H <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup>	750 - 790	-
* Промышленный класс. ** Пищевой класс.			
Примечание – представлены полные наименования марок катионитов с учетом ионной формы поставки.			

Таблица Д3 – Данные производителей. Слабоосновные аниониты

Марка анионита	Ионная форма поставки	Насыпная масса, г/дм <sup>3</sup>	Обратимое изменение объема CO→Cl, не более, %
1	2	3	4
<b>Полистирольные аниониты макропористой структуры (полидисперсного грансостава)</b>			
ТОКЕМ-320	CO	650 - 720	-
AMBERLITE IRA96	CO	670	15
Purolite A 103SPPlus	CO	645 - 675	25
Purolite A 111	CO	640 - 680	40
ГРАНИОН AWP-1	CO	650 - 720	20
INDION 850	CO	660	18
TULSION A-2 XMP	CO	640 - 670	20
<b>Полистирольные аниониты макропористой структуры (однородного грансостава)</b>			
Lewatit MonoPlus MP 68	CO, Cl <sup>-</sup>	620	25
Puorack PPA 100Plus	CO	650 - 680	25
Trilite AW90	CO	640	25
TULSION A-2 XMP UPS	CO	640 - 680	20
<b>Акриловые аниониты гелевой структуры</b>			
ТОКЕМ-400	CO	660 - 740	15
AMBERLITE IRA67	CO	700	30
Lewatit A 8072	CO	680	25
Purolite A 847	CO	675 - 705	25
Puorack PPA 847	CO	670 - 700	25
ГРАНИОН AWA-G1	CO	660 - 740	20
TULSION A-20 X GEL	CO	730	20
<b>Акриловые аниониты макропористой структуры</b>			
Lewatit A 365	CO	730	18
ГРАНИОН AWA-1	CO	650 - 750	15
TULSION A-10 XMP	CO	690 - 720	23
<b>Поликонденсационный анионит гелевой структуры</b>			
АН-31P	OH <sup>-</sup>	500 - 700	-

Таблица Д4 – Данные производителей. Сильноосновные аниониты

Марка анионита	Ионная форма поставки	Насыпная масса, г/дм <sup>3</sup>	Обратимое изменение объема Cl→OH, не более, %
1	2	3	4
<b>Полистирольные аниониты гелевой структуры (тип 1) (полидисперсного грансостава)</b>			
AB-17-8*	Cl <sup>-</sup>	690 - 700	20
ТОКЕМ-800	Cl <sup>-</sup>	700 - 740	20
AMBERLITE IRA402 Cl	Cl <sup>-</sup>	670	30
AMBERLITE IRA402 OH	OH <sup>-</sup>	640	
Lewatit ASB P	Cl <sup>-</sup>	651 - 661	20
Lewatit ASB 1 OH	OH <sup>-</sup>	650 - 660	20

Продолжение таблицы Д4

Марка анионита	Ионная форма поставки	Насыпная масса, г/дм <sup>3</sup>	Обратимое изменение объема Cl <sup>-</sup> →OH <sup>-</sup> , не более, %
1	2	3	4
Purolite A400	Cl <sup>-</sup>	680 - 715	20
Purolite A400OH	OH <sup>-</sup>	665 - 695	
Purolite A400MB	Cl <sup>-</sup>	680 - 715	20
Purolite A400MBOH	OH <sup>-</sup>	665 - 695	
Trilite SAR10	OH <sup>-</sup>	640	24
ГРАНИОН AS-7 (Cl <sup>-</sup> , OH <sup>-</sup> )	Cl <sup>-</sup>	670 - 730	27
	OH <sup>-</sup>	660 - 710	
INDION GS 300	Cl <sup>-</sup>	640	25 - 30
TULSION A-21 (Cl <sup>-</sup> , OH <sup>-</sup> )	Cl <sup>-</sup> , OH <sup>-</sup>	670 - 710	20
TULSION A-23 (Cl <sup>-</sup> , OH <sup>-</sup> )	Cl <sup>-</sup> , OH <sup>-</sup>	670 - 710	20
<b>Полистирольные аниониты гелевой структуры (тип 1) (однородного грансостава)</b>			
ТОКЕМ-840	Cl <sup>-</sup>	660 - 720	20
ТОКЕМ-840 MB/85 (R)	OH <sup>-</sup>	680 - 740	20
AMBERLITE HPR4200 Cl	Cl <sup>-</sup>	670	20
AMBERLITE HPR4200 OH	OH <sup>-</sup>	655	
AMBERLITE HPR550 OH	OH <sup>-</sup>	660	25
Lewatit MonoPlus M 500	Cl <sup>-</sup>	690	18 - 20
Lewatit MonoPlus M 500 OH	OH <sup>-</sup>	660	
Lewatit MonoPlus M 800	Cl <sup>-</sup>	680	18
Lewatit MonoPlus M 800 OH	OH <sup>-</sup>	650	
Puorpack PPA 400	Cl <sup>-</sup>	680 - 710	20
Puorpack PPA 400OH	OH <sup>-</sup>	655 - 690	
Supergel SGA550OH	OH <sup>-</sup>	660 - 700	24
Trilite MA-12	Cl <sup>-</sup>	670	24
Trilite MA-10OH	OH <sup>-</sup>	660	23
Trilite UPRA120U	OH <sup>-</sup>	650	24
TULSION A-23UPS	Cl <sup>-</sup>	670 - 710	20
<b>Полистирольные аниониты макропористой структуры (тип 1) (полидисперсного грансостава)</b>			
AMBERLITE IRA900 Cl	Cl <sup>-</sup>	700	25
AMBERLITE IRA900 OH	OH <sup>-</sup>	670	
AMBERLITE HPR900 OH	OH <sup>-</sup>	675	25
Purolite A 500Plus	Cl <sup>-</sup>	670 - 700	20
Purolite A 500OHPlus	OH <sup>-</sup>	650 - 700	
Trilite AMP14	Cl <sup>-</sup>	670	23
Trilite AMP16OH	OH <sup>-</sup>	650	23
<b>Полистирольные аниониты макропористой структуры (тип 1) (однородного грансостава)</b>			
Lewatit MonoPlus MP 800	Cl <sup>-</sup>	620	18
Lewatit MonoPlus MP 800 OH	OH <sup>-</sup>	650	
<b>Полистирольные аниониты гелевой структуры (тип 2)</b>			
Lewatit MonoPlus M 600	Cl <sup>-</sup>	680	16
<b>Акриловые аниониты гелевой структуры</b>			
Lewatit A 8071	Cl <sup>-</sup>	725 - 735	25

Окончание таблицы Д4

Марка анионита	Ионная форма поставки	Насыпная масса, г/дм <sup>3</sup>	Обратимое изменение объема Cl <sup>-</sup> →OH <sup>-</sup> , не более, %
1	2	3	4
<i><b>Аниониты-органопоглотители</b></i>			
Purolite A860	Cl <sup>-</sup>	680 - 730	20
*Производство ООО ПО «ТОКЕМ».			
Примечание – представлены полные наименования марок анионитов с учетом ионной формы поставки.			

УДК 621.311.18

ОКПД-2 20.16.59.320

ОКС 27.10

Ключевые слова: иониты, ионообменные смолы, катионит, анионит, динамическая обменная емкость, гранулометрический состав, осмотическая стабильность, механическая прочность, массовая доля влаги, фильтрация, взрыхление, регенерация, отмывка, Н-катионитный фильтр, анионитный фильтр, фильтр смешанного действия, прямоточная технология ионного обмена, противоточная технология ионного обмена.

---

Руководитель организации-разработчика

Генеральный директор

О.А. Барсуков

Научный руководитель

А.Г. Тумановский

Исполнители:

Заведующий отделением

А.В. Филянов

Заведующая лабораторией

Е.А. Кривченкова