

Под редакцией Чжоу Ин, У Сяожуна, Лю Ин, У Сяньшуй, Юань Хайлинь, Е Маогань и др.

Дизайн обложки был подготовлен Ян Рунде, председателем Wenzhou Runxin Manufacturing Machine Co., Ltd.



www.run-xin.com

### WENZHOU RUNXIN MANUFACTURING MACHINE CO.,LTD

No.169, Runxin Road, Shanfu Town, Wenzhou, Zhejiang, China

Tel: +86-577-88635628 88630038

Fax: +86-577-88633258

P.C: 325021 E-mail:sales@run-xin.com

















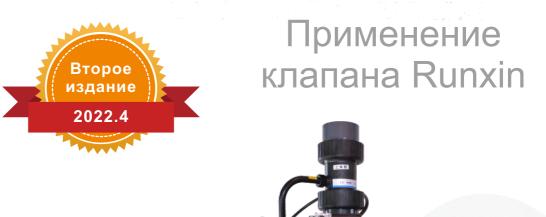




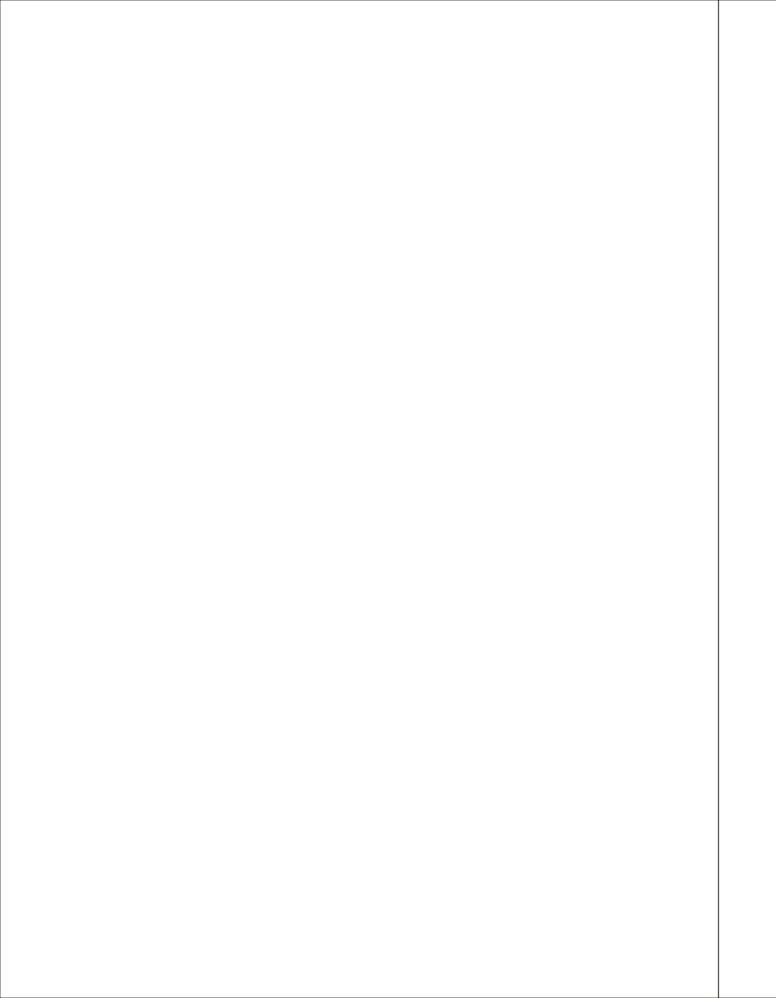








Wenzhou Runxin Manufacturing Machine Co., Ltd.



### Предисловие

В последние годы, на фоне быстрого развития экономики Китая, растет водопотребление в различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве, а также в быту.

Однако, вплоть до 2003 года в фильтрующих системах и системах умягчения воды использовались ручные клапаны, а также импортные автоматические регулирующие клапаны, что приводило к увеличению стоимости и сложности эксплуатации оборудования.

В 1960-х годах в США начинаются разработки автоматических регулирующих клапанов для систем водоподготовки (в основном с использованием резиновой поршневой и кулачковой конструкции). Уплотняющие элементы были изготовлены из резины и пластика.

В 2003 г компания Runxin впервые разработала плоскую уплотнительную конструкцию из керамики для регулирующего клапана системы водоподготовки. В качестве уплотнительного компонента используется керамический уплотнительный диск, который обладал такими характеристиками, как хорошая герметичность, длительный срок службы, удобное позиционирование и т. д.

Такой диск можно легко заменить, а его качество не вызывает сомнений.

В дальнейшем, в процессе серийного выпуска, такие клапаны постоянно совершенствовались.В настоящее время на рынке представлен широкий спектр клапанов водоочистки и умягчения воды различного типа ( автоматической и ручной регулировкой), производительности ( от 1м3/час до 50м3/час), различными режимами работы ( настройки по времени и расходу воды). Сейчас большинство клапанов оснащены LCD и LED дисплеи.

Регулирующие клапаны водоподготовки с керамической уплотнительной системой отличаются от конструкции аналогичных зарубежных изделий. Они имеют свои уникальные особенности с точки зрения функции, характеристик и применения.

Мы разработали данную инструкцию , для того, чтобы клиенты нашей компании смогли максимально комфортно и удобно установить, и использовать клапаны RunxinValve у себя дома.

С расширением модельного ряда клапанов RunxinValve, возрастает функциональные возможности нашей продукции, устройства RunxinValve могут выполнять все более разнообразные задачи.

Одним из примеров безупречного применения технологии керамического уплотнения может послужить шаровой кран с керамическим сердечником. Данные краны не только можно использовать вместе с клапанами управления, они также могут широко применяться в системах водоснабжения, очистке сточных вод, пищевой промышленности, солнечной энергии, нефтяной, химической, металлургической, легкой, бумажной и других областях. Для того, чтобы более подробно раскрыть все характеристики шарового крана ,ему посвящена отельная глава нашей книги.

Книга состоит из девяти глав, среди них: обзор клапана Runxin,многофункциональный регулирующий клапан для системы очистки воды,применение клапана фильтра Runxin,применение клапана умягчения Runxin,применение клапана Runxin при очистке опреснительной воды,применение клапанов Runxin в специальных сферах водоподготовки,применение клапанов Runxin в бытовых системах очистки воды, техническое обслуживание многофункциональных регулирующих клапанов Runxin и керамических герметичных шаровых кранов Runxin.

Авторы книги : Чжоу Ин, У Сяожун, Лю Ин, Юань Хайлинь, Е Маогань, У Сяньшуй, Ван Гуйжун и др. Перевод выполнил: Андреев Андрей.

Примеры применения продукции RunxinValve приведенные в книге, предоставлены компаниями ShenyangJiemingWaterTreatmentEquipmentCo., Ltd., QingdaoDimeiThermalPowerEquipmentCo., Ltd., ShijiazhuangLushengWaterTreatmentEquipmentCo., Ltd., BeijingTongchuangFulaiTechnologyDevelopmentCo., Ltd., и TianjinHuajuWaterTreatmentEquipmentTradeCo., Ltd., Colin&PoorEnvironmentalProtectionTechnologyCo., Ltd., SichuanHaidelunElectromechanicalCo., Ltd., Бразилия и Венгрия, а также другими агентами RunxinValve. Мы благодарим компании, предоставившие примеры применения продукции RunxinValve, представленные в книге.

Наши проектные расчеты проведены на основе специальной литературы по очистке воды, стандартам и спецификациям,при этом некоторые выдержки не согласованы с авторами, на которых мы ссылаемся , за что просим прощения.

Первое издание этой книги было напечатано в ноябре 2020 г., с тех пор прошло более года, и за это время Жуньсинь выпустила множество новых продукций, таких как керамические фильтрующие клапаны для бассейнов с торцевым уплотнением, керамические беспроводные самозакрывающиеся клапаны утечки с твёрдым уплотнением и т. д. Производство керамических шаровых клапанов с твердым уплотнением компании Жунь Цзин быстро развивалось и нашло применение во многих отраслях, поэтому в этом переиздании добавлены новые продукции.

Упущения в книге неизбежны, но мы готовы принимать критику наших читателей и вносить необходимые корректировки и изменения.

Редакция Апрель 2022 года

### Каталог

4	Officer approve Purpoin	
1	Обзор клапана Runxin	
	1.1 Введение	
	1.2 Характеристики клапана Runxin	
	1.2.1Конструктивные характеристики клапана Runxin	
	1.2.2Концепция дизайна клапана Runxin	
	1.2.3Характеристики ключевых компонентов (керамические компоненты)	
	1.3 Особенности регулирующих клапанов для системы водоочистки	
	1.3.1 Замена нескольких клапанов одним клапаном	
	1.3.2 Характеристики и особенности регулирующего клапана Runxin	
	1.4 Назначение и область применения клапанов Runxin	
	1.4.1 Назначение и области применения фильтрующего клапана и умягчающих клапанов Rur	
	1.4.2 Назначение и область применения специальных регулирующих клапанов для очистки во	ДЫ
	1.4.3 Назначение и область применения шарового клапана	
2	Многофункциональный регулирующий клапан для системы водоочистки	8
	2.1 Основные принципы работы многофункционального регулирующего клапана	8
	2.1.1 Принцип работы регулирующего клапана с одним сердечником	9
	2.1.2 Принцип действия регулирующего клапана с двойным сердечником	13
	2.1.3 Клапана с поршнями	1
	2.2 Классификация и нумерация многофункциональных регулирующих клапанов	.17
	2.2.1 Классификация по типу управления	17
	2.2.2 Классификация автоматических регулирующих клапанов по способу запуска регенерации	17
	2.2.3 Классификация клапанов по типу применения	19
	2.2.4 Классификация клапанов по направлению потока жидкости во время работы и регенера	
	2.2.5 Классификация клапанов по количеству используемых стекловолоконных колон	
	2.2.6 Правила нумерации многофункциональных регулирующих клапанов	23
	2.3 Порты подключения в автоматическом регулирующем клапане	.25
	2.3.1Основная функция портов	
	2.3.2 Функционал каждого порта регулирующего клапана	26
	2.3.3 Описание функций выходящий сигналов	27
	2.3.4 Синхронизация клапанов	3
	2.3.5 Описание функций порта для дистанционного управления	3
	2.4 Применение каждого порта в системе водоподготовки	.32
	2.4.1 Многоступенчатое водоочистное оборудование для бесперебойной подачи воды	
	раздельной регенерации	
	2.4.2 Использование одного клапана с расходомером для контроля регенерации в систем	
	с несколькими клапанами	.32
	2.4.3 Система умягчения, где одна колона в режиме ожидания и одна в режиме работы	33
	2.4.4 Предварительная подготовка воды для систем обратного осмоса (RO)	.33

3.Применение фильтрующего клапана Runxin	35
3.1 Принцип фильтрации	35
3.2 Стандартные системы фильтрации	35
3.2.1 Напорная фильтрация	35
3.2.2 Волокнистые фильтры	39
3.2.3 Адсорбционная фильтрация с активированным углем	39
3.3 Выбор фильтрующего материала	41
3.3.1 Химическая стабильность фильтрующего материала	41
3.3.2 Размер частиц и коэффициент неоднородности фильтрующего материала	41
3.4 Факторы, влияющие на работу фильтра	42
3.4.1 Скорость фильтрации	42
3.4.2 Обратная промывка	43
3.4.3 Равномерность потока воды	45
3.5 Применение клапана Runxin в системе фильтрации	45
3.5.1 Подвижный диск и направление потока на каждой стадии работы клапана	45
3.5.2 Выбор фильтрующего клапана	47
3.5.3 Примеры прикладных решений	48
3.6 Примеры использования	50
3.6.1 Применение фильтрующего клапана в системе очистки и фильтрации	50
3.6.2 Применение регулирующего клапана в системе фильтрации с активированным	-
3.6.3 Применение регулирующего клапана в многоступенчатой системе фильтрации	
3.7 Применение клапана Жуньсинь в фильтрующей системы бассейна	54
3.7.1 Подвижная и неподвижная пластина фильтрующего клапана для бассейнов и направ	зление
его потока на каждом рабоем месте	55
3.7.2 Выбор фильтрующего клапана для бассейна	58
3.7.3 Пример применения фильтрующих клапанов для бассейнов	58
4 Применение клапана для умягчения Runxin	60
4.1 Введение	60
4.1.1 Устройство автоматического умягчителя воды	60
4.1.2 Основной принцип умягчения	64
4.1.3 Регенерация смолы	69
4.2 Классификация и выбор систем умягчения воды	76
4.2.1 Система умягчения воды с одним клапаном и одной емкостью	76
4.2.2 Система умягчения воды с одним клапаном и двумя емкостями	77
4.2.3 Система умягчения воды с одним клапаном и тремя емкостями, работающих последоват	гельно
	77
4.2.4 Система умягченной воды с множеством клапанов и емкостей	78
4.3 Технологический расчет умягчителя воды	78
4.3.1 Настройка цикла умягчения воды	78
4.3.2 Расчет регенерации	80

4.3.3 Конструкция и выбор эжектора	82
4.3.4 Экономическая оценка работы умягчителя воды	
4.4 Умягчения и щелочность	
4.4.1 Метод частичного умягчения	
4.4.2 Метод водородно-натриевого ионообмена	
4.4.3 Методика ионообмена аммония и натрия	
4.5 Пример применения клапана для умягчения компании Runxin	
4.5.1 Применение клапанов в системах умягчения подпиточной воды котла	
4.5.2 Применение клапана Runxin в системе водородно-натриевого ионообменного	
и щелочная обработка	-
4.5.3 Система умягчения производственной воды, требующая особого контроля жес	ткости101
4.5.4 Применение системы очистки умягченной воды различного назначения, не т	гребующей
жесткого контроля жесткости сточных вод	103
4.5.5 Применение клапана Жуньсинь в управлении Интернетом вещей	107
5 Применение клапанов Runxin в очистке деминерализованной воды	109
5.1 Ионообменное опреснение воды	109
5.1.1 Принцип ионообменного опреснения	109
5.1.2 Общие системы ионообменного опреснения	110
5.1.3 Декарбонизатор	114
5.1.4 Работа системы первичного обессоливания	116
5.1.5 Регенерация ионообменника для опреснительных установок	119
5.1.6 Оценка периодической производительности воды	121
5.1.7 Запуск регенерации в системах первичного обессоливания с автоматическим упр	равлением.
	123
5.2 Эксплуатация и регенерация смешанного слоя	
5.2.1 Общие данные	125
5.2.2 Структура функционирования смешанного слоя	
5.2.3 Регенерация и работа в смешанном слое	126
5.3 Опреснение обратным осмосом	
5.3.1 Общие данные по системе обратного осмоса	
5.4 Применение автоматических регулирующих клапанов Runxin в системах ог	преснения
воды	133
5.4.1 Применение клапанов Runxin в системе ионообменного обессоливания	133
5.4.2 Применение клапанов Runxin в системах предварительной очистки перед	обратным
осмосом	133
<ol><li>5.4.3 Пример применения клапана Runxin в системе очистки деминерализованной</li></ol>	воды133
6 Применение клапана Runxin в специальных системах очистки воды	140
6.1 Применение клапана Runxin в системе удаления железа и марганца	
6.1.1 Влияние железо- и марганецсодержащих вод на жизнь	
6.1.2 Общие процессы очистки воды для удаления железа и марганца	
6.1.3 Фильтрующий материал для удаления железа и марганца	142

6.1.4 Обычно используемые методы окисления двухвалентного марганца	144
6.1.5 Практическое применение системы удаления железа и марганца	145
6.2 Применение клапана Runxin в системе деаэрации с нормальной темпера	атурой152
6.2.1 Влияние растворенного в воде кислорода на котел	152
6.2.2 Распространенные методы деоксигенации питательной воды котлов	152
6.2.3 Вариант применения клапана Runxin в системе деаэрации с нормальной	153
6.3 Применение клапана Runxin в системах дефторирования	155
6.3.1 Опасности воды с повышенным содержанием фтора	155
6.3.2 Общие методы удаления фтора	155
6.3.3 Пример практического применения клапана Runxin в системе дефторирова	ния156
6.3.4 Принцип выбора регулирующего клапана Runxin для применения в процессе деф	торирования
	157
6.4 Применение клапана Runxin в других специальных системах водоподго	товки158
6.4.1 Применение клапана Runxin в системе очистки от нитратов и нитритов	158
6.4.2 Применение клапанов Runxin в системе удаления мышьяка	159
6.4.3 Применение клапана Runxin в системе удаления бора	161
7 Применение клапанов Runxin в системе очистки воды	163
7.1 Применение фильтрующих клапанов Runxin в системе фильтрации дл	я очистки
воды	163
7.1.1 Предфильтр	163
7.1.2 Водоочистители	164
7.2 Применение клапана умягчения Runxin в системе умягчения воды дл	я бытовых
нужд	166
7.2.1 Преимущества умягченной воды	166
7.2.2 Состав и классификация бытовых умягчителей воды	167
7.2.3 Специальные функции бытового умягчителя воды	167
7.3 Применение клапана Жуньсинь для защиты от протечек воды	169
7.3.1 Система умягчения предварительной фильтрации	169
7.3.2 Самозакрывающийся керамический беспроводный клапан с твердым уплот	нением169
7.4 Вариации применения системы водоснабжения для всего дома от Run	lai172
7.4.1 Применение бытового умягчителя воды	172
7.4.2 Типовой случай системы очистки воды для всего дома	172
8 Техническоеобслуживание многофункционального регулирующего клап	ана Runxin
	174
8.1 Установка нового клапана	174
8.1.1 Условия использования	174
8.1.2 Требования к установке	174
8.1.3 Меры предосторожности при установке	175
8.2 Распространенные неисправности	176
8.2.1 Периодическое снижение производительности воды	
8.2.2 Жесткость воды на выходе из умягчителя превышает допустимы нормы	

8	8.2.3 Не происходит забор солевого раствора	178
8	8.2.4 Засорен дренажный канал поршневого клапана (в основном клапан умягчения ти	па
	63540, 63550)	180
8	8.2.5 Неисправность расходомера	.182
8.	3 Методика устранения неисправностей регулирующего клапана	.183
3	8.3.1 Вода на выходе не отвечает требованиям	.183
8	8.3.2 Устранение неполадок в поршневых клапанах	.183
8	8.3.3 Поиск и устранение неисправностей при заборе солевого раствора в поршневых	.184
8	8.3.4 Устранение неисправности забора солевого раствора у обычных клапанов	185
8	8.3.5 Устранение неполадок при надписи на дисплее "Е1"	185
8	8.3.6 Устранение неполадок с дисплеем "Е2"	.186
8	8.3.7 Устранение неполадок при ненормальном повторяющемся отображении на	186
8	8.3.8 Устранение неполадок, связанных с отсутствием действия узла клапана умягчения	.186
8	8.3.9 Устранение неполадок, если не работает дисплей	187
9 Ш	Іаровой кран с керамическим сердечником Runxin	.188
9.	1 Обзор	.188
ç	9.1.1 Состав шарового крана с керамическим сердечником	188
ç	9.1.2 Особенности шарового крана с керамическим сердечником	189
ç	9.1.3 Классификация шаровых кранов с керамическим сердечником	.189
ç	9.1.4 Правила именования	190
ę	9.1.5 Свойства различных керамических материалов	191
Ç	9.1.6 Сравнение шарового клапана с керамическим сердечником и запорного клапана	194
9.	2 Применение шарового крана с керамическим сердечником	.194
Ç	9.2.1 Применение шарового крана с керамическим сердечником в водоподготовке	194
ç	9.2.2 Случай применения шарового крана в системе водоподготовки	197
	9.2.3 Применение шарового крана с керамическим сердечником в сельскохозяйственн	
	орошении	204
ç	9.2.4 Применение шарового крана с керамическим сердечником в химической промышленн	ости
		.206

### 1 Обзор клапана Runxin

### 1 Обзор клапана Runxin

### 1.1 Введение

«Клапан Runxin» является общим названием различных регулирующих клапанов, производимых компанией Wenzhou Runxin Machinery Manufacturing Co., Ltd. (сокращенно Runxin Company). Компания Runxin была основана в 2000 году. Изначально она производила смесительные, поплавковые, обратные, угловые и запорные клапана , а также смесители с керамическим сердечником и другие клапана для солнечных водонагревателей.

В 2003 году компания Runxin приступила к разработке многофункционального регулирующего клапана для системы водоподготовки. В 2010 году многофункциональный регулирующий клапан был использован для очистки воды в бытовых системах. Был разработан ряд продуктов, таких как бытовые водоочистители, умягчители воды и предфильтры. В 2013 году был произведен первый кран с керамическим сердечником.

В зависимости от характеристик клапаны Runxin делятся на следующие типы: смесительные и поплавковые клапана для солнечных водонагревателей, смесители с керамическим сердечником, многофункциональные регулирующие клапана для систем очистки воды, шаровые краны с керамическим сердечником и т. д.

В свою очередь многофункциональные регулирующие клапана для очистки воды разделяются на клапана для фильтрации, клапана для умягчения, клапана для опреснения и т.д. Умягчающие клапана делятся на множество типов в зависимости от количества корпусов ,метода запуска регенерации, направления потока регенерирующей жидкости и метода управления. (подробнее см. 2.2). Смесительные и поплавковые клапана для солнечного водонагревателя, краны с керамическим сердечником и обратные клапана с керамическим сердечником, это относительно простой и

Основное содержание этой книги- применение многофункциональных регулирующих клапанов и шаровых клапанов с керамическим сердечником для систем очистки воды.

часто встречающийся продукт ,поэтому на них мы не будем подробно останавливаться.

### 1.2 Характеристики клапана Runxin

### 1.2.1Конструктивные характеристики клапана Runxin

Клапана Runxin, как многофункциональные регулирующие клапана, так и регулирующие клапана для солнечных водонагревателей, обратные клапана, краны и т. д., используют запатентованную технологию торцевого уплотнения.

В многофункциональных регулирующих клапанах для систем водоподготовки и регулирующих клапанах для солнечных водонагревателей, требующих многоканального управления, интегрированное управление с одним клапаном заменяет традиционное ручное управление с несколькими клапанами. Основная запатентованная технология заключается в интеграции функций, необходимых каждому каналу потока на торцевой поверхности уплотнительного диска, два (или более двух) керамических диска с множеством сквозных или глухих отверстий и чрезвычайно высокой точностью соприкосновения. Неподвижный диск находится в статическом состоянии, а подвижный диск двигается в соответствии с процедурой. В зависимости от движения диска открываются определенные отверстия, что позволяет перенаправлять потоки внутри клапана.

### 1.2.2Концепция дизайна клапана Runxin

Компания Runxin всегда следует концепции «минимизация изменений», что в основном отражается в следующих аспектах:

(1) Корпус регулирующего клапана обычно спроектирован и изготовлен по методу «минимизация изменений», и в основном существует два типа корпуса клапанов из пластика и из металла. Пластиковый корпус клапана изготовлен из высококачественной инженерной пластмассы. Для производства корпуса такого клапана используются следующие марки: POM, PP, ABS, PPO, UPVC и т. д. Металлический корпус клапана формируется путем литья в восковую форму при средней температуре, и обычно используются материалы 304, 316, 316L и т. д.

1

- (2) Резиновые детали, играющие роль гибкого уплотнения, формуются за один раз с помощью прессформы.
- (3)Сердечник клапана для уплотнения ключевых компонентов изготовлен из высокопрочных, отшлифованных и отполированных материалов.

### 1.2.3Характеристики ключевых компонентов (керамические компоненты)

### (1) обработка

Все керамические материалы, используемые в клапанах Runxin, представляют собой корундовую керамику с содержанием  $Al_2O_3$  более 95%. Керамические детали спекаются при сверхвысокой температуре 1680 °C после процесса заливки или сухого прессования.

С помощью алмазной шлифовальной пасты , а также применения технологии двустороннего шлифования и полировки, создается гладкая и ровная поверхность, подобная поверхности оптических стекол.

### (2) Свойство продукции

Твёрдость керамических компонентов достигает HRA85°, поэтому продукция устойчива к примесям частиц и не подвергается истиранию.

После шлифовки и полировки плоского сердечникаклапана отклонения по плоскости не превышают 0,0003мм ,а изгиб не превышает 0,02мм.

Данные параметры позволяют использовать клапана для жидкости и газа.

Шаровой клапан с керамическим сердечником состоит из шарового сердечника и седла клапана. На первом этапе обработки осуществляется грубое и тонкое шлифование алмазом отдельных компонентов: шарового сердечника и седла клапана. Затем производится соединение деталей и шлифование сборки в целом, таким образом достигается показатель сферичности в пределах 0,0006 мм. Преимуществом такой технологии подгонки компонентов клапана является идеальная герметизация жидкости и газов.

 ${\rm Al_2O_3}$  имеет стабильную химическую структуру и высокую стойкость к кислотной, щелочной, солевой и др. коррозии .

### 1.3 Особенности регулирующих клапанов для системы водоочистки

### 1.3.1 Замена нескольких клапанов одним клапаном

Замена традиционных клапанов и умягчителей воды с обычными клапанами на многофункциональный регулирующий клапан имеет следующие преимущества:

### (1) Удобное подключение к трубопроводу.

В обычном фильтре необходимо установить пять клапанов для реализации функций фильтрации, обратной и прямой промывки .В водоумягчитель, необходимо установить не менее семи клапанов (для умягчения воды ,обратной промывки, забора соли и медленной промывки, пополнения воды в солевых баках и прямых промывках), а также эжектор или солевой насос.

Системы ионообмена с аннонитными и смешанными слоями требуют установки уже одиннадцати клапанов и не менее двух эжекторов. В связи с этим необходимо отметить,что подобная установка многочисленных клапанов имеет недостатки,связанные со сложным подключением и возможностью протечек.

Многофункциональный клапан Runxin объединяет функций нескольких прямоточных клапанов в один клапан. Во время установки вам нужно всего лишь подключить многофункциональный регулирующий клапан к корпусу, а затем подсоединить трубки входа и выхода. Таким образом, клапан удобен в подключении и имеет меньшую вероятность протечек.

### (2) Лёгкое обслуживание

За счёт небольшого количества соединительных трубок и возможных точек протечки.В случае если у многофункционального регулирующего клапана возникает поромка зачёт небольшого количества соединительных трубок и возможных точек протечек и её можно решить путем замены соответствующих частей регулирующего клапана.

### (3) Удобная автоматизация

В обычных клапанах для открытия и закрытия воды в системе водоподготовки требуется несколько клапанов, а также длительное время переключение и перенаправление воды. Для достижения автоматизации каждый клапан должен управляться отдельно, и требуется более сложное программирование. Применение многофункционального регулирующего клапана только требует один многофункциональный регулирующий клапан, который может реализовать соответствующие функции, перехода от одной задачи к другой.

### 1.3.2 Характеристики и особенности регулирующего клапана Runxin

#### (1)Материал и структура торцевого уплотнения

Подвижные и неподвижные диски многофункционального регулирующего клапана изготовлены из торцевого уплотнения с высокой посадкой. Чтобы предотвратить заклинивание торцевых уплотнений из-за межмолекулярной силы тяжести, подвижные и неподвижные диски изготовлены из разных материалов. Среди них подвижный диск изготовлен из корундовой керамики, спеченной при сверхвысокой температуре 1680°С, его твердость может достигать HRA ≥85°. Неподвижный диск изготовлен из высокопрочного композитного материала, который имеет хорошую коррозионную стойкость и устойчивость к низким концентрациям кислоты и щелочи. По этой причине, регулирующий клапан может использоваться в слое анионной и катионной смолы, который использует кислотно-щелочную регенерацию.

По отношению к клапанам умягчения была разработана специальная технология частичного баланса в механическом уплотннии, что позволяет уменьшать давление на торцевую поверхность. В противном случае из-за разниц давления при рабочи клапана во разничных режимах и при переходах давления возникает проблема с износом проверхности уплотнения.

### (2)Возможность работы клапана под давлением

Регулирующий клапан Runxin использует технологию торцевого уплотнения. Благодаря использованию двух высокоплоскостных уплотнительных дисков, вращающихся по отношению друг к другу, он может напрямую работать под давлением при переключении каждого режима.

Некоторые регулирующие клапаны используют пружины для прижатия пластмассовых деталей к резиновым уплотненителям, а резиновые детали и пластмассы уплотняются давлением воды и пружины. Чтобы уплотнители не повредились или не выскочили наружу, такой регулирующий клапан должен закрывать впускной клапан воды, то есть он не может работать под давлением.

### (3)Быбор байпаса

В процессе регенерации у пользователя не доступна к умягченной воде. Чтобы во время регенерации водоумягчители мог обеспечивать бойлер водой с подходящим жёткостью .В случае невозможность установки резервуар для хранения воды нужно использовать клапана непрерывной подачи воды. Однако к некоторому водному оборудованию, особенно к системам очистки воды бытового назначения, как правило, не предъявляются строгие требования по жесткости питьевой воды, и кратковременное использование жесткой воды оказывает особого влияния. Поэтому, как правило, резервуар для хранения воды отсутствует, и регулирующий клапан с байпасом может быть выбран для обеспечения непрерывной подачи воды во время регенерации водоумягчителя.

В стандарте GB / Т 18300 «Технические условия для автоматического управления натриевыми ионообменниками» указывается, что для умягчителей воды, используемых для бойлеров. Необходимо для подмеса жесткой воды. Все промышленные умягчающие клапана Runxin не имеют байпаса (под байпасом подразумевается клапан блокирующий подачу исходной воды во время регенерации или промывки).В системах водоподготовки с низкими требованиями к жесткости питьевой воды. Допускается использование байпаса для того, чтобы избежать нехватки воды во время регенерации.

### 1.4 Назначение и область применения клапанов Runxin

Клапана Runxin имеют множественные варации, что дает возможность использован в различных системах очистки воды. Стандартные фильтрующие и умягчающие клапана могут

использоваться не только для фильтрации и умягчения воды для котлов и различного промышленного оборудования, но также для опреснения, деоксигенации и удаления железа. Шаровые клапана могут использоваться для различного управления потоков жидкости в трубопроводах.

### 1.4.1 Назначение и области применения фильтрующего клапана и умягчающих клапанов Runxin

Runxin имеют множество применений, среди которых наиболее распространенно умягчение воды в промышленных котлах. После того, как ионы кальция и магния, содержащиеся в воде, попадают в бойлер, на высокотемпературной поверхности нагрева легко образуется твердый налет. Теплопередача накипи очень плохая.После того, как котел подвергнут накипи, это не только значительно снизит мощность и термическую эффективность котла, приведет к потере большого количества топлива, но и вызовет коррозию под накипью. В определённых случаях, это приведет к забитию трубок и вызвает перегрев металла, а также деформацию и вздутие, стенок трубок бойлер в особых случаях проводит к разрыву труб. Следовательно, для обеспечения безопасности, энергосбережения и экономичной работы котла вода должна подвергаться очистке. Согласно стандарту GB / T 1576 «Качество воды для промышленных котловов»: среди которых паровые котлы и пароводяные котлы двойного назначения с номинальным давлением пара от 2,5 МПа до 3,8МПа ,жёлкость воды должна быть меньше или равной 0,005 ммоль для водогрейного котла ,жёлскость воды должна быть меньше или равной 0,6ммоль.

Помимо водонагреващего оборудования клапана Runxin часто используется для фильтрации и умягчения в системах предочистки перед обратном осмосом. Кроме того, в некоторых отраслях, например, в стиральной и племенной отраслях, также требуется умягчение воды. Использование мягкой воды для стирки одежды, простыней, скатертей и т. д. не только снижает более количества моющего средства и обеспечивает более чистую стирку, но также делает ткань мягкой. Некоторые цветы и растения необходимо поливать мягкой или чистой водой, чтобы цветы стали более яркими и прекрасными.В настоящее время умягчители воды также широко используются в бытовой жизни, например, бытовые электрические котлы, водонагреватели, устройства для подогрева полов и др. Использование мягкой воды позволяет избежать загрязнения труб, сэкономить электроэнергию и продлить срок службы нагревательных устройств. Длительное использование бытовой воды высокой жесткости не только вызовет накипь в чайниках, но и приведет к огрубению кожи при принятии ванны и неприятному вкусу при питье. Использование жёсткой воды в повседневных нуждах может привести к образованию камней и ухудшению самочувствия. Следовательно, бытовая вода в районах с более высокой жесткостью также нуждается в умягчении. Для системы опреснения обратным осмосом обычно необходимо установить вторичную глубокую фильтрацию (обратноосмотического кварцевий песк+активированных уголей) и умягчение перед системой ,чтобы избежать загрязнение мембрана, органическим веществом, остаточным хлором, ионами кальция и магния и другим примесями, а также система глубокое фильтрации и уменьшение защишает поверхность мембраны обратного осмоса от повреждений, и от закупоривания мембраны, что напрямую влияет на скорость и срок работы мембраны.

Жесткость умягченной воды, использующейся для паровых котлов с естественной циркуляцией с относительно высоким давлением, различных паровых котлов с принудительной циркуляцией и больших водогрейных котлов должна строго контролироваться; а небольшие паровые котлы с более низким давлением и котлы двойного назначения, малые и средние водогрейные котлы, обычное промышленное оборудование, оборудование для очистки воды для бытовых и домашних нужд и т. д. часто имеют менее строгие требования к жесткости воды. Вы можете выбрать соответствующий регулирующий клапан в соответствии с реальной ситуацией, чтобы он отвечал техническим требованиям используемого оборудования.

В настоящее время максимальная производительность фильтрующего либо умягчающего клапана может достигать 50 м³/ч, а клапан умягчения может обрабатывать исходную воду жесткостью до 10 ммоль/л. Путем настройки установки последовательной и параллельной работы нескольких фильтров и умягчителей воды, производительность может достигать более 200 м³/ч, а максимальная жесткость исходной воды может достигать 20 ммоль/л; и благодаря функции блокировки в системе можно автоматически контролировать процесс промывки или регенерации по очереди в стекловолоконных корпусах, чтобы обеспечить нормальную работу системы и надлежащее качество очищенной воды.

# 1.4.2 Назначение и область применения специальных регулирующих клапанов для очистки воды.

#### 1.4.2.1 Обессоливание

Вода для котлов электростанций, а так же вода с особыми требованиями для таких отраслей, как лаборатории, химические лаборатории, гальванические заводы, производство интегральных схем, фармацевтические препараты, биохимия, питьевая вода, косметика и т.д., требования к очистке воды весьма высокие и зачастую это сверхчистые воды. Общий метод получения чистой воды и сверхчистой воды с использованием ионного обмена заключается в следующем:

- (1) Первичное обессоливание для получения чистой воды: для первичного обессоливания здесь используется система анионного и катионообменного обмена путем последовательного подключения катионообменника (сокращенно катионный слой) и анионообменника (сокращенно анионный слой). В системе катионный слой заполнен катионообменной смолой типа H +, а анионный слой заполнен анионообменной смолой. Во время работы все катионы в воде, поступающие в катионный слой, заменяются и удаляются H +, и обработанная вода является кислой; все анионы в воде, поступающие в анионный слой заменяются и удаляются OH-, а H <sup>+</sup> и OH <sup>-</sup> нейтрализуются. Очищенная вода представляет собой обессоленную воду. Когда смолы отработывают свой ресурс, катионообменную смолу обычно регенерируют соляной кислотой (используя H<sup>+</sup>), а анионообменную смолу регенерируют гидроксидом натрия (используя OH<sup>-</sup>).
- (2) Обессоливание в смешанных слоях для получения сверхчистой воды: катионообменная смола и анионообменная смола равномерно смешиваются в одном резервуаре в соотношении 1: 2 (из этого получается смешанный слой), а регулирующий клапан автоматически регулирует очитку воды и регенерацию. Смешивание катионообменной и анионообменной смол эквивалентно образованию бесчисленных анионных и катионных обменов в резервуаре, что делает удаление анионов и катионов из воды более продуктивным. В результате электропроводность очищенной воды ниже, чем проводимости воды, выходящей из системы первичного обессоливания, поэтому она называется сверхчистой водой. Когда смешанный слой регенерируется, необходимо разделить анионообменные и катионообменные смолы, а затем абсорбировать щелочь и кислоту с помощью регулирующего клапана для регенерации самой смолы. Но эффект регенерации смешанного слоя не так хорош, как у системы первичного обессоливания, и если смола полностью исчерпала свой ресурс, трудно восстановить её первоначальную обменную способность. Таким образом, очищенная вода первичного обессоливания (проводимость ≤ 20 мкс/см) обычно используется для исходной воды в системы со смешанным слое. Обессоливание в смешанном слое также называется вторичным обессоливанием. Следует проводить регенерацию, когда проводимость выходящей воды ≥ 0,5 мкс/см.

В настоящее время максимальный расход системы обессоливания в смешанном слое, при исползовании регулирующих клапанов Runxin, может достигать 4 м³/ч. Если требуется система обессоливания с большим расходом, то можно использовать систему со смешанным слоем, состоящую из шаровых клапанов с керамическим сердечником Runxin, ее расход может достигать 50м³/ч.

### 1.4.2.2 Удаление железа и марганца

Зачастую подземные воды в большом колличестве содержат железо и марганец ,наиболее высокой растворимостью эти элементы обладают в форме двухвалентного железа и двухвалентного марганца. Из-за растворенного кислорода в поверхностных водах, железо и марганец в основном существуют в виде нерастворимых в воде  $Fe(OH)_3$  и  $MnO_2$ . Грунтовые воды, содержащие ионы двухвалентного железа, не имеют цвета. Как только вода извлекается из скважины, то в течение определенного периода времени становится мутной и коричневато-красной. Основная причина такого поведения воды заключается в том, что  $Fe^{2+}$  в воде окисляется до  $Fe^{3+}$ .  $Fe^{3+}$  может способствовать росту колличества железобактерий в трубопроводной сети, образуя вязкую пленку, что в свою очередь приводит к коррозии металлических труб.  $Fe^{3+}$  легко окрашивает одежду и посуду, а так же является серьезным загрязнителем питьевых и промышленных вод. Марганец ,в свою очередь, может окрашивать посуду и белье, образовывать налет на внутренней стенке водопроводов и оставлять черных осадок на предметах бытового использования. Если марганец содержится в питьевой воде, то длительное употребление такой воды наносит вред организму человека.

Обычно используются следующие методы для удаления железа и марганца:

### 1. Использование марганцевого песка после аэрации воздухом или озоном.

Система удаления железа и марганца, основой которой является клапан Runxin, состоит из резервуара аэрации и резервуара фильтрации, заполненного марганцевым песком. На первом этапе запускается процесс аэрации, затем проходит процесс катализации и окисления марганцевым песком. На финальном этапе идёт процесс фильтрации и удаления ненужных примесей. Для того, чтобы предотвратить затвердевание марганцевого песка в резервуаре, необходима регулярная промывка .

Для такой системы можно использовать фильтрующий клапан Runxin,с производительностью до 60 м<sup>3</sup>/ч.

### 2. Использование специального фильтрующего материала для удаления железа и марганца с низкой плотностью .

Система состоит из умягчающего клапана Runxin и специального фильтрующего материала для удаления железа и марганца с низкой плотностью. После регулировки значения pH сырой воды и последующей аэрации, железо и марганец удаляются фильтрующим материалом. Для поддержания определенной скорости процесса очистки, фильтрующая засыпка должна своевременно проходить щелочную промывку и регенерацию, с целью восстановления эффекта удаления железа и марганца. Система может быть спроектирована в соответствии с системой умягчения.

Для такой системы можно использовать умягчающий клапан Runxin,с рабочий расход до 20 м<sup>3</sup>/ч.

### 3. Использование смолы для удаления железа и марганца.

Для системы, использующей смолу после окисления озоном, также возможно использовать умягчающий клапан.

### 1.4.2.3 Деаэрация

Кислородная коррозия приводит к разрушению металлических материалов под электрохимическим действием растворенного в воде кислорода. Кислородная коррозия - наиболее распространенная форма коррозии в котельных системах. Если исходная вода для котла не подвергается деаэрации (или подвергается ненадлежащей деаэрации), растворенный кислород в воде частично или полностью попадет в систему котла, вызывая кислородную коррозию в трубопроводе водоснабжения, резервуаре воды, экономайзере, паровом барабане, паропроводе и конденсатной системе. Эта коррозия вызывает серьезное нарушение прочности металлических компонентов.

Обычно используемые методы деаэрации включают вакуумную, термическую, химическую и деаэрацию губчатого железа.

В системе деаэрации губчатого железа, управляемой с помощью клапаном Runxin, используется реакция губчатого железа и кислорода в воде . После завершения реакции

губчатого железа с растворенным кислородом, для удаления образовавшегося оксида железа и предотвращения затвердевание губчатого железа, необходима промывка системы. Из-за высокой доли губчатого железа для его очистки при обратной промывки требуется большой расход воды. При этом рабочий расход воды во время самого процесса деаэрации небольшой. Расход при обратной промывке, как минимум в 4 раза отличается от рабочего расхода, что трудно реализовать при использовании обычных регулирующих клапанов.

Система деаэрации, состоящая из деаэрационных клапанов Runxin, делит камеру фильтра на левую и правую. Во время работы левая и правая камеры снабжаются водой одновременно, а промываются отдельно. Таким образом скорость промывочного потока может быть увеличена вдвое для достижения лучшего эффекта очистки. Для промывки также можно использовать шаровой клапан.

В настоящее время максимальный расход регулирующего клапана деаэрации Runxin составляет 4  $\text{м}^3$ /ч и может достигать 12  $\text{м}^3$ /ч за счет блокировки. Если используется шаровой клапан с керамическим сердечником, то можно сформировать систему деаэрации с расходом более 50  $\text{м}^3$  /ч.

### 1.4.2.4 Удаление фтора

Во многих регионах грунтовые воды содержат определенное количество фтора, среднее значение которого составляет 0,4 мг/л- 0,5 мг/л. В областях с высоким содержанием фтора, показатель может достигать 10 мг/л и выше. Фтор для организма человека является необходимым химическим элементом. Однако, чрезмерное количество фтора может вызывать различные заболевания, такие как флюороз, и оказывать негативное влияние на здоровье человека. Национальный стандарт GB 5749-2015 «Санитарные стандарты для питьевой воды» регламентирует, что содержание фтора в питьевой воде не должно превышать 1,0 мг/л.

В настоящее время наиболее эффективным методом удаления фтора является использование фторидного фильтрующего материала. Исходная вода с определенной скоростью потока проходит через слой такого материала, при этом фторид-ион абсорбируется, а на выходе отфильтрованная вода имеет низкий показатель содержания фтора. Фтор в фильтрующем материале со временем накапливается, а его концентрация в выходящей воде начинает превышать регламентированные значения. Таким образом, фильтрующий материал становится непригодным, поэтому его необходимо принудительно регенерировать противотоком со специальным реагентом.

### 1.4.3 Назначение и область применения шарового клапана

Шаровой кран Runxin с керамическим сердечником - это шаровой кран с твердым уплотнением, который в основном используется для перекрытия, распределения и изменения направления потока воды в трубопроводе. Его можно плотно закрыть с помощью поворота на 90 градусов, при этом не требуется прилагать значительных усилий. Благодаря применению керамических шариков и керамических седел, клапана Runxin имеют отличные характеристики: малый крутящий момент, коррозионную стойкость, износостойкость, нулевую утечку и длительный срок службы. С использованием различных резиновых уплотнительных материалов шаровые клапана можно широко применять в различных средах, таких как вода, пар, масло, органическая кислота, неорганическая кислота, растворитель, щелочь, химические вещества и т.д. В области водоподготовки с помощью различных комбинаций шаровых клапанов можно создавать системы фильтрации, умягчения, обессоливания со смешанным слоем и т. д.

В настоящее время стандартные шаровые клапаны Runxin с керамическим сердечником производятся диаметром от DN15 до DN80, а максимальный диаметр клапана может быть DN200.

### 2 Многофункциональный регулирующий клапан для системы водоочистки

### 2.1 Основные принципы работы многофункционального регулирующего клапана

Многофункциональные регулирующие клапана, также называемые многоходовыми клапанами, в основном бывают двух типов. Первый – это фильтрующие клапана, которые имеет три и более каналов, и могут выполнять три и более функций, второй тип — это клапана умягчения, как правило, это пятипозиционные шестиходовые клапана.

Управление потоками жидкости происходит за счет смещения дисков внутри клапана. В состав клапана входят подвижный и неподвижный диски, каждый диск имеет сквозные и глухие отверстия. Для перенаправления потока электропривод клапана передает крутящий момент на подвижный диск, в результате диск начинает поворот. В определенный момент отверстия в дисках (подвижном и неподвижном) совпадают и образуют канал для прохождения жидкости. Далее, привод, приняв следующий сигнал управления, снова поворачивает подвижный диск, что приводит к закрытию одного канала и открытию другого.

Например, на рис. 2-1, многофункциональный фильтрующий клапан имеет следующие каналы: фильтрация, обратная промывка и канал прямой промывки.

На рис. 2-2 показан многоходовой клапан, который может направлять воду, поступающую из одного отверстия в другие в соответствии с функциональными требованиями.

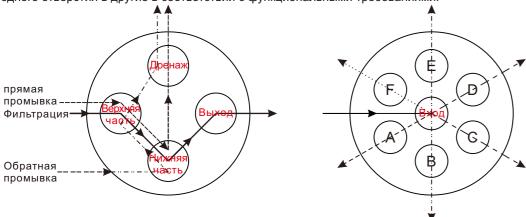


Рис.2-1 фильтрующий клапан

Рис.2-2 Многоходовой клапан

В автоматических клапанах для изменения положения дисков основными сигналами управления являются сигнал разницы давления, сигнал о расходе и временной сигнал. Для фильтрующих клапанов привод обычно принимает сигналы разницы давления и временные сигналы. Для приводов в клапанах умягчения обычно используются сигнал по времени и сигнал по расходу, а также может быть задействован сигнал жесткости воды или сигнал объема умягченной воды.

Любой клапан для умягчения или фильтрации по достижении определенного времени или же при отработке определённого объёма воды, а также, в случае клапанов-умягчителей, если жесткость воды не соответствует требованиям, автоматически переходит в режим регенерации и далее уже осуществляет функции в заранее определенном порядке: обратная промывка, забор раствора соли, медленная промывка, набор воды в солевой бак и прямая промывка. Принцип работы фильтрующего клапана в основном такой же, как и у клапана умягчения, за исключением того, что фильтрующий клапан имеет меньший функционал: фильтрация, обратная промывка, прямая промывка. В отличие от клапана умягчения в фильтрующем клапане отсутствуют такие функции, как забор солевого раствора, наполнение солевого бака и т.д.

### 2.1.1 Принцип работы регулирующего клапана с одним сердечником

На рис. 2-3 показаны схемы подвижного и неподвижного дисков, обычно используемых в умягчающих клапанах. На неподвижном диске сделаны отверстия, каждое из которых отвечает за подачу воды в определенном направлении. Подвижный диск имеет сквозное отверстие, которое обычно соответствует впускному отверстию для воды, а также два глухих отверстия, которые предназначены для перекрытия соответствующих отверстий на неподвижном диске.

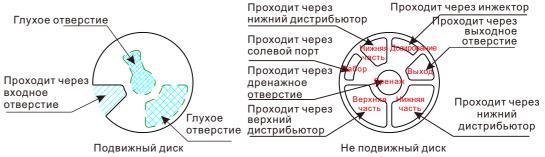


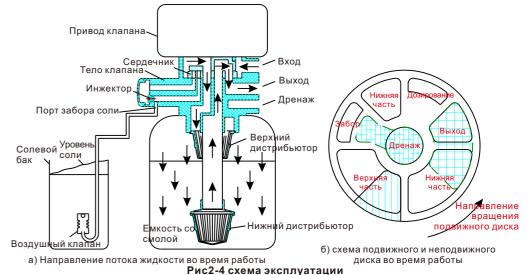
Рис2-3 63604 схема подвижного и неподвижного диска

Приведенная схема вышеупомянутых подвижных и неподвижных дисков является лишь примером. В зависимости от назначения регулирующего клапана его неподвижный диск может быть функционально поделен на пять, шесть, семь и даже десять равных или неравных секторов. Подвижный диск устанавливается в соответствии с положением отверстия в неподвижном диске, при этом существует множество вариантов соотношения подвижных и неподвижных дисков.

Ниже, на примере клапана для умягчения, мы разберём движение потоков воды в процессе работы и регенерации.

### 2.1.1.1 Работа (процесс умягчения воды)

Во время работы (рабочее состояние системы - процесс умягчения воды) подвижный и неподвижный диски находятся в строго определенном положении относительно друг друга, как это показано на рис.2-4. Исходная неочищенная вода проходит через неподвижный диск, попадает в определённое отверстие в подвижном диске и через верхний дистрибьютор поступает в емкость. После того как вода прошла слои смолы, она через нижний дистрибьютор попадает в центральную трубку и с помощью подвижного диска направляется к выходному отверстию. Когда время работы или объем умягченной воды достигают установленного значения, клапан автоматически останавливается и запускает процесс регенерации.



### 2.1.1.2 Процесс регенерации

нерации: обратная промывка  $\to$  забор солевого раствора и медленная промывка  $\to$  заполнение солевого бака  $\to$  прямая промывка.

### (1) Обратная промывка

После завершения рабочего режима (рабочий режим — система находится в процессе умягчения воды) поверните ручку (если у вас ручной клапан) или выберете нужную программу (если у вас автоматический клапан) для того, чтобы установить подвижный диск в заданное положение по отношению к неподвижному диску, как показано на Рисунке 2-5. Неочищенная вода будет проходить через неподвижный диск, направляться в центральную трубку и нижний дистрибьютор. Поднимаясь вверх, вода будет взрыхлять слои смолы, а затем через верхний дистрибьютор, с помощью подвижного диска будет направлена в дренаж.

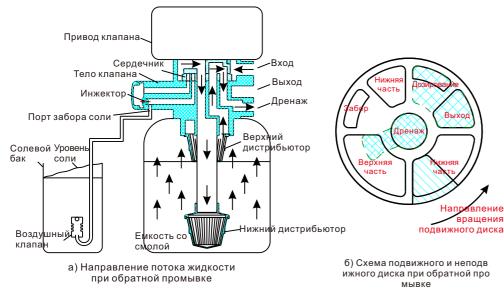
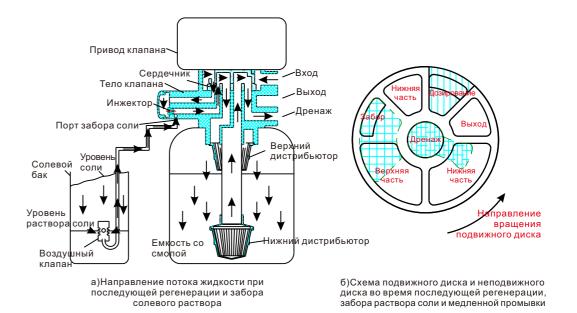


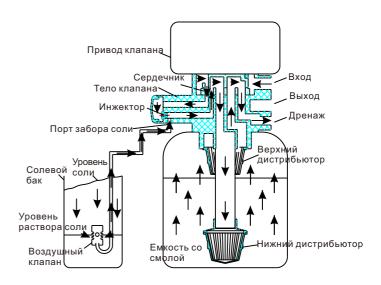
Рис 2-5 Схема направления потоков и дисков при обратной промывке

### (2) Забор солевого раствора и медленная промывка

Забор солевого раствора: после завершения обратной промывки клапан переходит в режим забора солевого раствора. Положение подвижного и неподвижного дисков в этом режиме показано на рис. 2-6. Вода поступает в неподвижный диск через сквозное отверстие подвижного диска и проходит через эжектор. На выходе эжектора создается область пониженного давления, из солевого бака всасывается солевой раствор, который смешивается с поступающим потоком воды и, таким образом, разбавляется до определенной концентрации. Далее, солевой раствор через верхний дистрибьютор попадает в емкость и проходит слой смолы сверху вниз для восстановления ее ионообменной способности. Отработанная вода через нижний дистрибьютор попадает в центральную трубку и, в завершение, поток, наталкиваясь на глухое отверстие неподвижного диска, уходит в дренаж (в некоторых моделях для солевого раствора используется мягкая вода).

Медленная промывка: после того, как заканчивается поступление солевого раствора, в ёмкость со смолой продолжает поступать вода, которая вымывает его остатки. Поскольку медленная промывка и забор солевого раствора по большом счету представляют собой один неразрывный процесс, они обычно объединяются в один рабочий этап. Нужно обратить внимание на то, что в солевом баке должен быть установлен солевой поплавок. Это необходимо для предотвращения попадания воздуха в систему умягчения.





в) направление потока жидкости при противоточной регенерации для абсорбции соли и медленной промывке

Рис 2-6 Схема забора солевого раствора + медленная промывка

#### (3) Наполнение солевого бака.

После завершения процесса забора солевого раствора и медленной промывки клапан переходит в режим наполнения солевого бака. На рисунке 2-7 схематично изображено относительное положение подвижного и неподвижного дисков в данном режиме. Исходная вода проходит через отверстие неподвижного диска и через канал забора солевого раствора наполняет солевой бак.

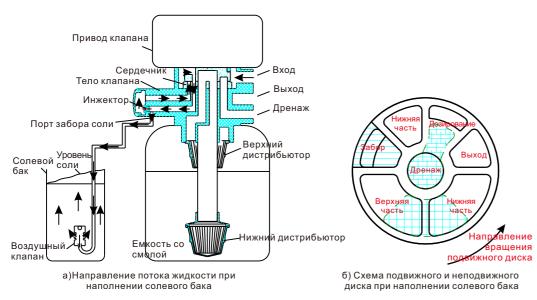


Рис 2-7 Схема наполнения солевого бака

### (4) Прямая промывка

После завершения процесса наполнения солевого бака клапан переходит в режим прямой промывки. Положение подвижного и неподвижного дисков в данном режиме изображено на рис. 2-8. Исходная вода проходит через клапан и промывает внутреннюю загрузку по направлению сверху вниз, после чего через нижний дистрибьютор возвращается в клапан и уходит в дренаж.

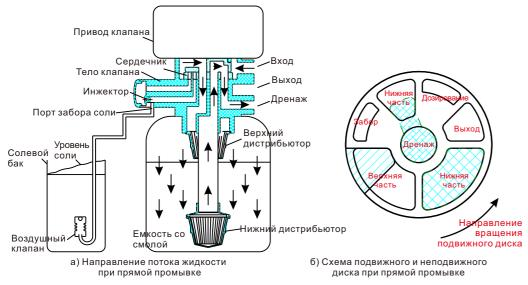


Рис 2-8 Схема прямой промывки

Процесс противоточной регенерации в основном схож с процессом прямоточной регенерации, за исключением направления потока. Солевой раствор проходит по центральной трубке и через нижний дистрибьютор поступает в глубокие слои засыпки, после этого поднимается и, далее, через верхний дистрибьютор, выводится в дренаж, как это показано на рисунке 2-6.

### 2.1.2 Принцип действия регулирующего клапана с двойным сердечником

Подвижные и неподвижные диски регулирующего клапана должны иметь несколько сквозных отверстий в одной плоскости для того, чтобы потоки воды могли направляться в разные части системы: верхний и нижний дистрибьютор, в дренаж, через эжектор, в солевой бак. Следовательно, чем больше поток воды, тем больше требуется сквозное отверстие и тем больше диаметр подвижного и неподвижного дисков. Как правило, для регулирующего клапана с производительностью водоочистки 10 m³/ ч диаметр подвижного и неподвижного дисков составляет около 100 мм. В то же время, следует отметить, что при увеличении диаметра более 100 мм, производительность керамических дисков существенно снижается. Для регулирующих клапанов с производительностью более 10 m³/ч разработано два комплекта плоских сердечников, один из которых регулирует подачу воды (в дальнейшем именуемый сердечником входящей воды), а другой регулирует выпуск воды (в дальнейшем именуемый сердечником исходящей воды). Такое решение позволяет обеспечить необходимую производительность.

Рисунки 2-9, 2-10, 2-11 и 2-12 представляют собой схематические изображения неподвижного диска исходящей воды, неподвижного диска входящей воды, подвижного диска исходящей воды и подвижного диска входящей воды, соответственно. На неподвижном диске сердечника входящей воды имеются сквозные отверстия, отвечающие за подачу воды в верхний и нижний дистрибьюторы, а также эжектор. На неподвижном диске сердечника исходящей воды имеются сквозные отверстия, отвечающие за подачу воды в верхний дистрибьютор, нижний дистрибьютор и дренаж. В конструкции корпуса клапана предусмотрены внутренние каналы, которые проходят строго параллельно неподвижному диску и сообщаются с отверстиями, отвечающими за подачу воды в верхний и нижний дистрибьюторы, дренаж и на выходную линию.

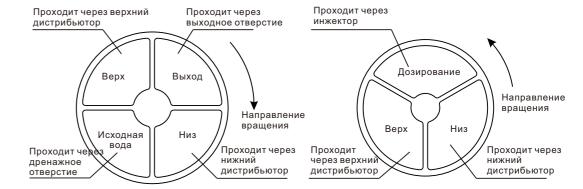


Рис 2-9 Неподвижный диск исходящей воды

Глухое отверстие

Проходит через входное отверстие

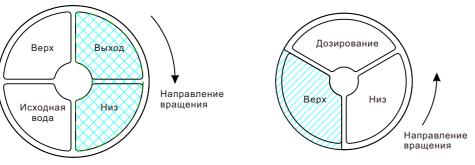
Рис 2-11 подвижный диск исходящей воды

Рис 2-12 подвижный диск входящей воды

Рис 2-10 Неподвижный

диск входящей воды

Применение клапана Runxin



а, Сердечник исходящей воды

b. Сердечник входящей воды

Рис 2-13 В рабочем состоянии подвижные и неподвижные диски входящей и исходящей воды.

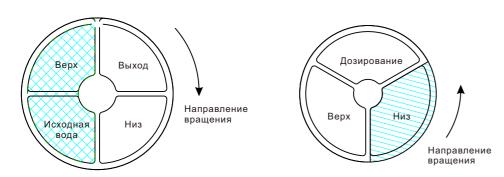


Рис 2-14 В состоянии обратной промывки подвижные и неподвижные диски впускного и выпускного клапанов

### (1) Работа (процесс умягчения воды)

Во рабочем режиме (процесс умягчения) подвижный и неподвижный диски находятся в положении, схематично отображенном на рисунке 2-13. Исходная вода проходит через отверстия в подвижном и неподвижном дисках и через верхний дистрибьютор попадает в колонну с загрузкой. После прохождения слоев смол уже умягченная вода через нижний дистрибьютор поднимается по центральной трубке. Далее поток проходит через отверстие в подвижном диске и, попадая в глухое отверстие неподвижного диска, направляется на выход из клапана.

### (2) Обратная промывка

После завершения рабочего режима (рабочий режим — система находится в процессе умягчения воды) клапан переходит в режим обратной промывки. Двигатель внутри клапана вращает подвижные диски по отношению к неподвижным дискам в направлении, показанном на рисунке 2-14. Исходная вода поступает в глухое отверстие подвижного диска, проходит через отверстие в неподвижном диске, по центральной трубке опускается к нижнему дистрибьютору и поступает в засыпку. Далее, взрыхляя слои смолы, вода поднимается к верхнему дистрибьютору. В завершении процесса промывки поток отработанной воды проходит через неподвижный диск и, попадая в глухое отверстие подвижного диска, направляется в дренаж.

### (3) Прямая промывка

Процесс прямой промывки осуществляется такими же образом, как и вышеописанный процесс обратной промывки. Забор соли и наполнение водой солевого бака возможен только при условии установки дополнительного шарового крана.

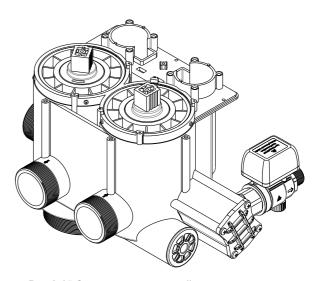
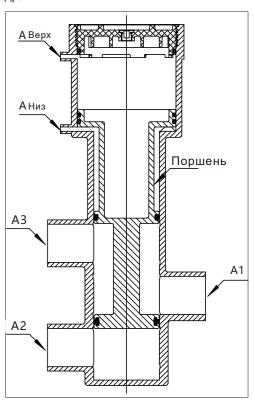


Рис.2-15 Схема клапана с двойным сердечником.

### 2.1.3 Клапана с поршнями.

Если производительность регулирующего клапана превышает 20 м³/ч, то использование керамических дисков становится невозможным – это связано с тем, что диаметр дисков в таких клапанах должен быть более 200 мм, а на такой площади технологически сложно достичь идеально ровной поверхности подвижного и не подвижного дисков. Для реализации производительности более 20 м³/ч используются поршни. Цилиндр, в котором находится поршень, имеет 3 отверстия: А1, А2, А3. Эти отверстия открываются и закрываются в зависимости от движения поршня вверх и вниз цилиндра.

Обычно поршневые клапана включают в себя 4 поршня, на рис. 2-16 показана структурная схема трехходовых поршней клапана. Все четыре трехходовые поршня приводятся в действие распределительным клапаном. На рис. 2-17 и рис. 2-18 показаны схемы подвижных и неподвижных дисков распределительного клапана 63650, а на рис. 2-19 представлена схема установки распределительного клапана 63650 в рабочем режиме (процесс умягчения). Подвижный диск имеет четыре сквозных и одно глухое отверстие. В центре неподвижного диска находится сквозное отверстие G, которое предназначено для забора воздуха. Неподвижный диск снабжен восемью сквозными отверстиями: А верхнее, А нижнее, В верхнее, В нижнее, С верхнее, С нижнее D верхнее и D нижнее. Движение поршней регламентируется в соответствии с открытием или перекрытием этих отверстий. Положение четырех поршней определяется настройками программы в зависимости от текущего процесса. В различных режимах работы системы: умягчения, обратной промывки, забора солевого раствора + медленной промывки, прямой промывки и наполнения солевого бака, поршни находятся в разных положениях.



2-16 показана структурная схема трехходовых поршней клапана.

# Своздухом АНиз DHиз АВерх ВВерх СВерх ВВерх СВерх ВНиз ССНиз

Рис2-17 Подвижный диск

Рис2-18 Неподвижный диск

Рис2-19 Сопоставление подвижного и неподвижного диска в процессе умягчения.

### (1) Работа (процесс умягчения воды)

В рабочем режиме (процессе умягчения воды) положение подвижного и неподвижного дисков показано на рис 2-19. В данном режиме четыре поршня внутри клапана находятся в следующих позициях: поршень А в нижнем положении, поршень В в верхнем положении, поршень С внизу и поршень D наверху. Направления потока воды внутри клапана показано на рис.2-20.

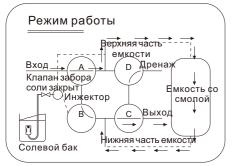


Рис2-20 Потоки воды внутри клапана в режиме работы

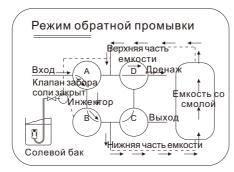


Рис2-21 Потоки воды при обратной промывке

### (2)Обратная промывка

Во время обратной промывки подвижный и неподвижный диски направляют потоки воды в соответствии со схемой, отображенной на рис.2-21. Положение поршней внутри клапана в данном случае: поршни A, B и C наверху, поршень D внизу.

### (3) Забор соли и медленная промывка

Во время забора соли из солевого бака поршни внутри клапана должны находиться в следующей позиции: поршень A, C и D наверху, а поршень B внизу. Одновременно с переходом поршней в нужное положение открывается солевой клапан, как это показано на рисунке 2-22. После завершения забора соли, в соответствии с управляющем сигналом, солевой клапан автоматически закрывается и начинается процесс медленной промывки.

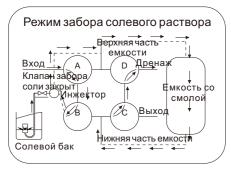


Рис 2-22 Забор солевого раствора и медленная промывка

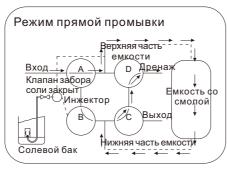


Рис2-23 Прямая промывка

### (4) Прямая промывка

Во время принудительной промывки распределительный клапан направляет подвижный и неподвижный диски, таким образом, что поршни клапана находятся в следующем положении: поршень А внизу, поршни В, С и D наверху. Направление потока воды внутри клапана показано на рис. 2-23.

#### (5) Наполнение солевого бака

После завершения прямой промывки клапан управления переходит в рабочее состояние. Одновременно с этим открывается шаровой кран, в результате чего небольшая часть исходной воды попадает в солевой бак. По прошествии определенного времени (заранее установленного пользователем) шаровой кран закрывается и поступление воды в солевой бак прекращается.

В клапане для умягчения 63650 управление поршнями происходит через распределительный клапан, который для этого использует разницу давлений, создаваемую поршнем в верхней и нижней областях поршневого цилиндра.

Для того, чтобы поршень создавал определенную разность давлений, к регулирующему клапану добавляется мембранный насос. Это позволяет поддерживать давление на входе клапана ≥0,2 МПа.

В фильтрующих системах распределительному клапану необходимо управлять поршнем для обеспечения следующих режимов работы: фильтрация (рабочий режим), обратная промывка и прямая промывка.

# 2.2 Классификация и нумерация многофункциональных регулирующих клапанов

### 2.2.1Классификация по типу управления

Многофункциональные регулирующие клапаны по типу управления подразделяются на следующие категории: клапаны с ручным управлением;полуавтоматические клапаны; автоматические клапаны; клапаны с управлением по WIFI и т. д.

### (1)Клапаны с ручным управлением.

Ручное управление подразумевает прямое участие человека при переводе клапана от одного режима к другому. После определенного промежутка времени оператор должен переключить клапан в нужный режим работы.

### (2)Полуавтоматическое управление

Полуавтоматическое управление подразумевает, что режимы промывки и регенерации производятся в ручном режиме, а остальные процессы в автоматическом.

### (3) Автоматическое управление

При автоматическом управлении, такие процессы, как регенерация или промывка осуществляются на основе данных, полученных от расходомера или в зависимости от установленного пользователем времени. Последующие процессы также автоматически запускаются платой управления в соответствии с программой, и осуществляются без участия человека

В соответствии типом управления, контрольные дисплеи клапанов могут быть: LED, LCD, индикаторными и т. д.

### (4) Управление по WIFI

Управление по WIFI относится к регулирующим клапанам, функционал которых предусматривает дистанционное управление. В частности, с помощью мобильного приложения можно запускать регенерацию или промывку, а также отслеживать объемы очищенной воды.

# 2.2.2 Классификация автоматических регулирующих клапанов по способу запуска регенерации.

В зависимости от возможностей регенерации все клапана можно разделить на 3 вида:

1. клапана с запуском регенерации по времени;

2. клапана с запуском регенерации по расходу воды (клапана по объему);

3. клапана с онлайн-мониторингом.

### 1. Клапана с запуском регенерации по времени

Клапана по времени — это один из видов клапанов, которые запускает промывку в системах фильтрации или регенерацию в системах умягчения воды по фиксированному времени. Такие клапана могут вести исчисление по времени в днях или часах. Для клапанов, измеряющих время в днях, самый короткий интервал, через который можно проводить автоматическую регенерацию или промывку составляет один день. Если регенерация или промывка требуется два или более раз в день, дополнительную регенерацию или промывку необходимо выполнять вручную. Минимальный интервал автоматической регенерации или промывки регулирующего клапана, который ведет измерение времени в часах составляет один час. Такой клапан может автоматически запускать регенерацию или промывку несколько раз в день. Однако, не следует часто регенерировать смолы для умягчения воды, как правило, количество регенераций не должно превышать двух раз в день. Систему фильтрации можно промывать не чаще одного раза в два часа, в зависимости от качества воды.

Недостаток регулирующего клапана с запуском регенерации по времени заключается в том, что система фильтрации или умягчения воды будет находиться в рабочем состоянии, до заданного времени, вне зависимости от ресурса засыпки. Это может привести к тому, что в случаях увеличенного потребления, вода на выходе из клапана не будет отвечать требованиям, которые изначально закладывались в проект системы. Для периодически работающих котлов и другого промышленного водного оборудования, рекомендуется использовать клапана по расходу, чтобы избежать проблем с нестабильным качеством воды на выходе из клапана.

### 2. Клапана с запуском регенерации по расходу воды (клапана по объему).

Клапан по объёму — это регулирующий клапан, который запускает промывку или регенерацию, базируясь на данных объёма воды, уже прошедшей процесс очистки или умягчения. Во время работы расходомер в клапане измеряет количество протекающей воды. Когда объём воды достигает установленного параметра, клапан автоматически промывается или регенерируется. Следовательно, установка клапана по расходу считается более предпочтительной, чем установка клапана по времени, независимо от того, работает ли клапан в непрерывном режиме или режиме с периодическими остановками, и независимо от того, является ли потребление воды стабильным или нет.

В зависимости от времени начала регенерации или обратной промывки клапана можно разделить на два типа:

А. Мгновенная регенерация или обратная промывка;

- В. Регенерация или обратная промывка с задержкой.
- а) Мгновенная регенерация или обратная промывка подразумевает, что как только объём отработанной воды достигает заданного предельного значения, клапан сразу же переходит в режим регенерации или обратной промывки;
- b) регенерация или обратная промывка с задержкой предусматривает отсрочку запуска процесса регенерации или обратной промывки на заранее установленное время, в то время, как объём отработанной воды уже достиг заданного значения. Это больше подходит в условиях, когда водоснабжение затруднено, и для промывки или регенерации требуется специально отрегулировать давление на определенное время.

### 3. Клапана с онлайн-мониторингом.

Клапана с онлайн-мониторингом предоставляют данные об очищенной воде в режиме реального времени. В случаях, когда достигаются параметры, превышающие заданные значения, клапан высылает уведомления и пользователь самостоятельно принимает решение о регенерации или промывке.

Для систем фильтрации возможно отслеживать данные о падении давления на входе и выходе клапана; для систем умягчения возможно отслеживать жесткость воды; для систем анионного и

катионного обменного опреснения возможно отслеживать электропроводность воды.

Клапан с онлайн-мониторингом позволяет не только гарантировать качество воды, но и заранее избежать ненужных затрат воды на промывку или регенерацию. Поэтому на данный момент такие клапана считаются наиболее предпочтительными в системах воодоподготовки. Однако, в связи с тем, что существует множество сложностей с определением точных показателей жесткости воды, клапана с онлайн-мониторингом не так сильно распространены, в отличии от клапанов по времени или расходу.

### 2.2.3 Классификация клапанов по типу применения.

Современные многофункциональные регулирующие клапана в зависимости от применения в целевых системах водоподготовки, можно разделить на клапана для фильтрации, умягчения и для специальных вод.

### Клапана для фильтрации.

Клапана для фильтрации - это многофункциональные регулирующие клапана, которые предназначены для реализации трех основных функций водоподготовки: работа (фильтрация), обратная промывка и прямая промывка. В последнее время, в связи с широкой популярностью этих клапанов, в некоторых моделях предусмотренна дополнительная опция перекрытия подачи воды. При поступлении сигнала от датчика протечки, клапан полностью перекрывает подачу воды в систему фильтрации.

### Клапана для умягчения

Клапана для умягчения - это многофункциональные регулирующие клапана, которые предназначены для снижения жесткости воды с помощью ионообменной смолы. Основной функционал таких клапанов включает: рабочий процесс (процесс умягчения воды), обратную промывку, регенерацию и забор солевого раствора, медленную промывку, наполнение солевого бака, а также прямую промывку и ряд других дополнительных опций. В зависимости от метода регенерации, последовательность функций в таких клапанах разных моделей может несколько отличаться.

### Клапана для специальных вод

Клапана для специальных вод - это ряд специализированных клапанов, предназначенных для работы в условиях присутствия в исходной воде повышенного содержания определенных химических элементов. Например, клапана для удаления железа и марганца, клапана деоксигенации с использованием губчатого железа для удаления растворенного в воде кислорода, клапана для удаления фтора и т.д.

# 2.2.4 Классификация клапанов по направлению потока жидкости во время работы и регенерации.

В зависимости от направления потока жидкости во время работы и регенерации клапана можно разделить на клапана с прямоточной регенераций, с противоточной регенерацией, одновременно прямоточной и противоточной регенерацией, а также на клапана, используемые в системах с плавающим слоем.

### (1)Клапана с прямоточной регенерацией

Клапанами с прямоточной регенерацией являются клапана, где направление солевого раствора во время регенерации соответствует потоку жидкости во время работы клапана. Поток жидкости в данных клапанах во время работы и регенерации имеет направление сверху вниз, от верхнего дистрибьютора к нижнему. Преимуществами данного типа клапана является простота использования и легкость в управлении.

#### (2)Клапана с противоточной регенерацией

Клапанами с противоточной регенерацией являются клапана, где направление солевого раствора во время регенерации обратно потоку жидкости во время работы клапана. Поток жидкости в данных клапанах во время работы имеет направление сверху вниз, от верхнего дистрибьютора к нижнему, а во время регенерации снизу вверх, от нижнего дистрибьютора к верхнему.

Среди преимуществ в данном типе клапанов можно выделить: экономия солевого раствора и воды, а также сохранение целостность смолы. Это обусловлено тем, что не требуется выполнять обратную промывку при условии, что мутность воды находится в допустимом диапазоне.

Умягчающий клапан противоточной регенерации Runxin может устанавливать количество интервалов обратной промывки в соответствии с мутностью входящей воды для сокращения количества обратных промывок. Например, из 4х циклов обратной промывки можно использовать только одну, клапан в первые 3 цикла после регенерации не будет выполнять обратную промывку, на 4ой регенерации клапан выполнит обратную промывку.

### (3) Клапана с одновременно прямоточной и противоточной регенерацией

Клапанами с одновременно прямоточной и противоточной регенерацией являются клапана, которые имеют два варианта регенерации прямую и обратную. Пользователь может самостоятельно выбрать прямоточную или противоточную регенерацию в зависимости от его предпочтений.

#### (4) Клапана используемые в системах с плавающим слоем

Клапана, используемые в системах с плавающим слоем, являются клапана, в которых направление потока воды идет снизу вверх, что приводит к тому, что поднимается к верхней точке емкости, а при регенерации направление потока меняется на сверху вниз что опускает смолы к нижней точке емкости.

См. 4.1.3.2 для получения информации о характеристиках, преимуществах и недостатках прямоточной и противоточной регенерации.

### 2.2.5 Классификация клапанов по количеству используемых стекловолоконных колон.

Автоматические клапана могут использовать разное количество стекловолоконных колон. В основном клапана для фильтрации используют одну стекловолоконную колону, а клапана для умягчения могут использовать от одной до трех колон одновременно.

А. Клапана, использующие только одну стекловолоконную колону схематично изображены на рис. 2-24 и 2-25. Такие клапана могут работать только с одной стекловолоконной колонной и имеют ряд особенностей среди который это стабильная подача исходной воды и возможность прерывания подачи очищенной воды что бы клапан смог провести регенерацию или обратную промывку. Для оборудования, которое требует непрерывную подачу очищенной воды можно настроить одновременную работу подобных клапанов. Подобные клапана можно соединить проводом обратной связи что позволит одному клапану находится в режиме работы, а второму в режиме регенерации или обратной промывке, в случае, когда первый клапан переходит в режим регенерации или обратной промывки, второй клапан перейдет в режим работы.

Клапана, использующие только одну стекловолоконную колону, так же можно подразделить на 2 типа — это с перекрытием исходной воды при регенерации и без перекрытия исходной воды при регенерации. Для того что бы в момент регенерации или обратной промывке пользовать полностью не остался без воды используются клапана без перекрытия исходной воды во время регенерации, обычно данная возможно при использовании Bypass. Данные клапана можно использовать для оборудования, у которого нет жестких требований к жесткости воды, или данное оборудование может кратковременно использовать не очищенную воду. В стандарте GB / Т 18300 «Технические условия для автоматического управления натриевыми ионообменниками» указывается, что для умягчителей воды, используемых в бойлерах, во время процесса регенерации из системы умягчения не должно поступать жесткой воды. Следовательно, если система для умягчения воды, используемое в бойлере, оснащена умягчающим клапаном без перекрытия исходной воды во время регенерации, то необходимо добавить электромагнитный клапан на выходе клапана, чтобы предотвратить попадание жесткой воды в бойлер во время регенерации. Клапана без перекрытия исходной воды обычно используются в бытовых системах умягчения.



Рис 2-24. Клапан, использующий только одну стекловолоконную колону



Рис 2-25. Система умягчения с одной стекловолоконной колонной.

#### В. Клапана, использующий две стекловолоконные колоны

Клапана, использующий две стекловолоконные колоны схематично изображены на Рис. 2-26 и Рис. 2-27, такие клапана в основном используется в системах умягчения. Обе колоны управляются одни клапаном одна из колон находится в режиме регенерации а вторая в режиме работы. Особенность данных клапанов заключается в том что они могут беспрерывно умягчать воду.

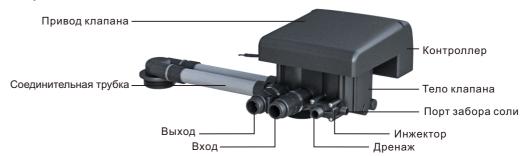


Рис 2-26 Клапан, использующий две стекловолоконные колоны



Рис 2-27 Клапан использующий две стекловолоконные колоны.

В. Клапан, использующий три стекловолоконные колоны схематично изображен на рис. 2-28 и рис. 2-29, он используется для систем очистки воды с высокой жесткостью (более 10 ммоль / л), которые требуют вторичного умягчения. Принцип работы в данной системе следующий колона А и колона Б находятся в режиме работы а колона В находится в режиме регенерации в момент когда колона А уходится в режим регенерации, она замещается колона Б на место колоны Б приходит колона В. Таким образом умягчение происходит в 2 этапа в непрерывном режиме.

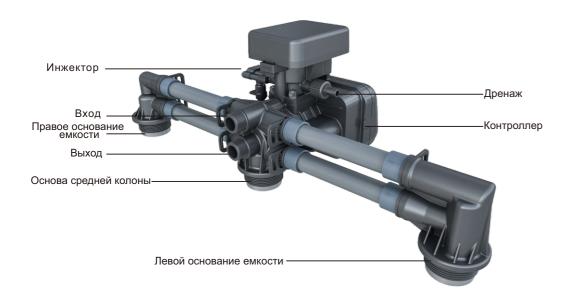


Рис 2-28 Клапан, использующий три стекловолоконные колоны



Рис 2-29 система умягчения, использующая три стекловолоконные колоны

Ручное управлениеТаким образом, классификация различных регулирующих клапанов выглядит следующим образом: Ручное управление Полуавтоматическое — Клапана по времени Классификация по управление методу управления Клапана по объёму Автоматическое Клапана с онлайн-Управление по WIFI мониторингом Клапана с прямоточной регенерацией Клапана для Клапана с противоточной регенерацией фильтрации\_ Клапана с одновременно прямоточной Многофункциональный/ Классификация и противоточной регенерацией Клапана для регулирующий клапан клапанов по типу умягчения Клапана используемые в системах применения -Клапана для смешанного слоя Клапана для специальных вод Клапана для деаэрации Клапана, использующие только одну стекловолоконную колону Классификация по Клапана ,использующий две количеству стекповолоконные колоны контролируемых колон Клапана ,использующий три

### 2.2.6 Правила нумерации многофункциональных регулирующих клапанов

Для простоты использования клапана Runxin классифицируются и кодируются, как показано в таблицах 2-1, 2-2 и 2-3, в зависимости от их использования, метода управления и ручного или автоматического запуска регенерации:

Таблица 2-1 Классификация и код регулирующих клапанов в зависимости от назначения

номер	1	4	5	6	7	8	9
значение	Назначение	Запчасти	фильтрация	умягчение, Клапана с прямоточной регенерацией	Умягчение, Клапана с противоточной регенерацией	умягчение, Клапана с одновременно прямоточной и противоточной регенерацией	Клапана используемые в системах с плавающим слоем

Таблица 2-2 классификация и код регулирующих клапанов в соответствии с различными методами управления

номер	0	1	2	3	4	5	6
значение	Полуавтомати ческое управление	Ручное управление	Автоматическое управление и LCD	Автоматическое управление и LED	Автоматическое управление, индикаторный световой дисплей	Автоматическое управление , цифровой индиквтор	Автоматическое управление , WIFi

Таблица 2-3 классификация и код регулирующих клапанов в зависимости от различных методов регенерации

номер	0	1	2	5	6	7
значение	Нет метода контроля	Ручное управление, металлическая ручка	Ручное управление, пластиковая ручка	Автоматическое управление, клапана по времени	Автоматическое управление, клапана по объёму	Автоматическое управление, клапана с онлайн-мониторингом

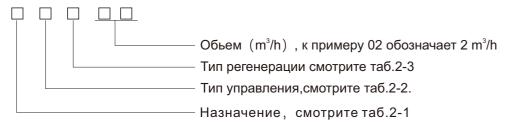
Таблица 2-4 Классификация и код регулирующих клапанов специального назначения

номер	11	13	15	17	18
значение	Регулирующий клапан для удаления фтора	Регулирующий клапан для деаэрации	Регулирующий клапан для смешанного слоя	Клапан использующий две стекловолоконные колоны.	Клапан, использующий три стекловолоконные колоны

Таблица 2-5 Классификация и код запчастей

номер	41	42	43	44	45	46	47	48
значение	байпас	Трехходовой клапан	Солевой поплавок	Онлайн мониторинг	Дисковые фильтры	Отдельный контроллер	Дезинфенкция	Сигнализация отсутствия соли

Модели клапанов Runxin имеют пятизначное значение. Расшифровка предоставлена ниже:



Примечание. Цифры, начинающиеся с 1 или 4, обозначают специальные регулирующие клапаны или аксессуары. Значение второй цифры отличается от значения в таблице 2-2. Значение первых двух цифр показано в таблице 2-4 и таблице 2-5.

### Пример расшифровки моделей:

Например: регулирующий клапан с номером 53610, 5 означает фильтрацию, 3 означает автоматическое управление со светодиодным дисплеем, 6 означает тип потока, 10 означает объём воды 10 м $^3$  / ч, в итоге можно резюмировать что 53610 это автоматический клапана для фильтрации с расходом 10 м $^3$ /ч.

Регулирующий клапан с номером 62504, 6 клапан для умягчения с прямоточной регенерацией, 2 означает автоматический регулирующий клапан, с LCD дисплеем, 5 означает регенерация по

времени, 04 означает объём воды 4 м³/ч, в итоге можно резюмировать что 62504 это клапан для умягчения с прямоточной регенераций, регенерация происходит по времени, объём умягченной воды может достигать воды 4 м³/ч.

Регулирующий клапан с номером 17610, 17 означает клапан, использующий две стекловолоконные колоны, 6 означает автоматический регулирующий клапан для умягчения с регенераций по объёму, 10 означает объём воды 10 м³/ч, в итоге можно резюмировать что 17610 это клапан для умягчения использующий две стекловолоконные с регенерацией по расходу и производительность 10 м³/ч.

### 2.3 Порты подключения в автоматическом регулирующем клапане

### 2.3.1Основная функция портов

### (1) Порты с исходящим сигналом.

Основная материнская плата оснащена несколькими портами с выходящим сигналом программной обеспечение позволяет отправлять сигналы на другие устройства. Средний порт это – терминал СОМ, а два соседних это либо терминал NC (предназначен для нормально закрытых устройств (к примеру соленоидных клапанов)) либо NO предназначен для нормально открытых устройств (к примеру соленоидных клапанов)).

Терминала вывода сигнала можно использовать для управления насосом, электромагнитным клапаном на входе и выходе воды и т. д. Схему подключения см. в разделе «2.4.2 Применение каждого порта регулирующего клапана».

### (2) Порты для синхронизации клапанов

Основная материнская плата так же оснащена двумя портами для исходящего и входящего сигнала от другого автоматического регулирующего клапана. Основная функция: это последовательная, параллельная или последовательно-параллельная работы клапанов умягчения и фильтрации, путём блокировки обеспечивает упорядоченную работу системы в целом, а также появляется возможность отдельно запускать промывку или регенерацию. При ситуации где 2м или более колонам требуется одновременная промывка или регенерация с помощью блокировки в регенерацию или промывку уходит только один клапан, а остальные перейдут в режим регенерации или промывки после того как первый клапан перейдет в режим работы.

#### (3)Порт для дистанционного управления

Этот порт может принимать внешние активные сигналы, напряжение DC5 ~ 24V, данный порт используются для внешнего управления клапаном. Данный порт может принимать сигналы от PLC и измерителя электропроводимости, после получения сигнала программа управления переведет клапан в следующий режим. Например, регулирующий клапан находится в режиме работы, при получении сигнала он перейдет в режим обратной промывки, если же клапан находится в режиме забора солевого раствора, то при получении сигнала он перейдет в режим наполнения солевого бака.

### (4) Порт485

485 - это порт удаленной связи, который осуществляет удаленный сбор и управление данными регулирующего клапана. Можно использовать вместе PLC и другим оборудованием для дистанционного управления клапаном.

### (5)Другие порты

Из-за различных требований в разных странах для бытовых регулирующих клапанов некоторые продукты также оснащены портом сигнализации о недостатке соли. В состоянии регенерации электризованный рассол вырабатывает хлорноватистую кислоту для дезинфекции смолы. Эти порты в основном выполняют одну функцию и подробно описываться не будут.

### 2.3.2 Функционал каждого порта регулирующего клапана

В таблице 2-6 предоставлено описание каждого порта в регулирующем клапана, а в таблице 2-7 указаны выходящие сигналы.

Название функции	Применение	Пояснение
Порт вывода	Управление электромагнитным клапаном или электрическим шаровым клапаном на выходе	Используется в системах где строго требуется соблюдение жесткости воды либо для контроля уровня жидкости в накопительной емкости.
сигнала b-01	Управление насосом	Используется для повышения давления во время регенерации или промывки; используется контроллер уровня жидкости в накопительном баке для предотвращение сухого ходу насоса.
Порт вывода сигнала b-02 / порт сброса давления	электромагнитный клапан или электрический шаровой кран на выходе или сброс давления через байпас	При высоком давлении на входе происходит перекрытие подачи воды для избежания перегрева двигателя клапана.
Порты для синхронизации	Обеспечение промывки или регенерации только на одном клапане.	Используется в системах с обратным осмосом, в системах с непрерывным потреблением воды и в системах вторичного ионного обмена.
Порт дистанционного управления	Получение сигнала для перехода регулирующего клапана в следующее положение.	Используется для подключения к онлайн- системе мониторинга и РС для автоматического или дистанционного управления клапанами.
Порт485	Передача данных в реальном времени	Подключение к PLC, компьютеру и т. д., Обмен данными с регулирующим клапаном в режиме реального времени.

### Таблица 2-7 Выходящие сигналы

состояние	установк	xa : b-01	состояние	установка : b-02		
	COM и NO	СОМ и NC		СОМи NO	СОМи МС	
Рабочее положение	Не подключено	подключено	Рабочее положение	Не подключено	подключено	
Другое состояние	подключено	Не подключено	переключение	подключено	Не подключено	

### 2.3.3 Описание функций выходящий сигналов

### 2.3.3.1 Управление электромагнитным или электрическим шаровым клапаном (установленным на b-01)

Уровень жидкости в баке можно контролировать, управляя выпускным электромагнитным клапаном. Для умягчителей воды, используемых в бойлерах, требующих строгого контроля жесткости воды на выходе, в процессе регенерации необходимо следить за тем, чтобы жесткая вода не попадала в бойлер. На выходе воды можно установить электромагнитный клапан. Схема подключения показана на рисунке 2-30. Основные функции:

- а) Когда регулирующий клапан находится в положении «работа», если уровень воды в баке низкий, электромагнитный клапан открывается для пополнения мягкой воды в баке, когда уровень воды в баке высокий, на электромагнитный клапан подается питание, чтобы перекрыть подачу воды и прекратить наполнять бак умягченной водой.
- б) Когда регулирующий клапан находится в процессе регенерации, обратной промывки, забора солевого раствора + медленной промывки, пополнения воды в солевом баке или прямой промывки, контакт NO и COM соединены, на соленоидный клапан подается напряжение и он закрывается, что предотвращает попадание не умягченной воды в накопительную емкость.

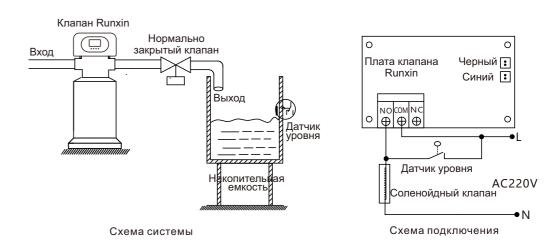


Рис 2-30 Схема подключения электромагнитного клапана на выходе

### 2.3.3.2 Управление электромагнитным или электрическим шаровым клапаном (установлен на b-02)

(1) Сброс давления во время смены режима работы клапана: если давление воды выше 0,6 МПа, подключите электромагнитный клапан на входе. При подключении к порту b-02, и система будет сбрасывать давление, в моменты, когда регулирующий клапан будет переключаться между режимами работы. Подключение показана на рисунке 2-31.

Основная функция: Для полноценной работы клапана при высоком давлении на входе монтируется соленоидный клапан, когда умягчающий клапан находится в режиме работы, обратной промывки, забора солевого раствора + медленной промывки, пополнении воды в солевом баке, прямой промывки либо фильтр находится в режиме работа, обратной промывки, прямой промывки, соленоидный клапан обесточен, в клапан поступает вода и система работает нормально. Когда одно клапана меняют режимы электромагнитный клапан включается и прерывает подачу воды, так что регулирующий клапан может выполнять переключение между режимами в безнапорном состоянии. Данный подход помогает избежать гидроудара и поломки самого клапана.

Клапан Runxin Нормально Плата клапана Черный 🖪 Черный: закрытый клапан Выход Плата клапана Runxin Runxin I Вход 📛 NOCOMING AC220V AC220V Соленойдный клапан Схема подключения Схема подключения системной Схема системы порта сброса давления настройки b-02

Рис 2-31 Схема подключения электромагнитного клапана на входе

(2)Синхронизация клапанов: когда несколько систем для очистки воды образуют последовательную работу, такую как многоступенчатая фильтрация, предварительная очистка перед обратным осмосом или двухступенчатая очистка умягчения, клапана можно соединить между собой. В данном случае только один из клапанов будет уходить в режим регенерации или обратной промывки, что обеспечит непрерывную работы самой системы очистки воды. Подключение соленоидного клапана на входе при синхронизации клапанов показано на рисунке 2-32.

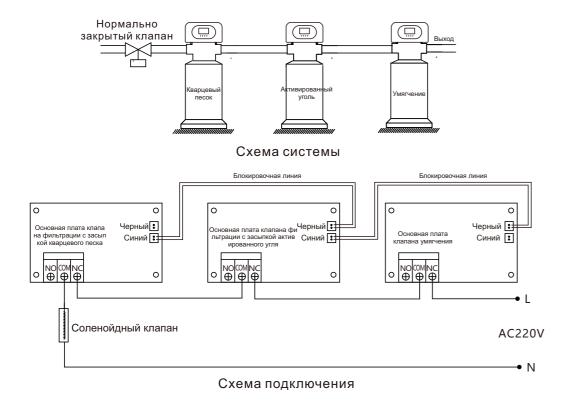


Рисунок 2-32 Схема подключения подключение соленоидного клапана на входе при синхронизации клапанов

(3)Сброс давления: в системе, в которой используется насос на входе или подача воды происходит из скважины, во время переключений режимов клапана могут наблюдаться скачки давления. При добавлении электромагнитного клапана на входе в систему позволяет сбрасывать давление в моменты смены режимов работы клапана, что предотвращает гидроудары. Схема подключения показана на рисунке 2-33.

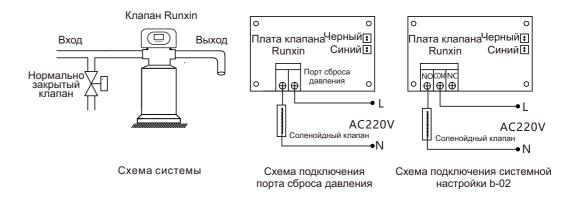


Рис 2-33 Схема подключения к порту для сброса давления

### 2.3.3.3 Управление насосом (с двухфазным или трехфазным двигателем) с помощью датчика уровня в накопительной емкости (установка на b-01).

Для систем, которые используют подземные воды или имеют промежуточный бак для водоснабжения, открытием и закрытием насоса подачи воды можно управлять с помощью датчика уровня в накопительной емкости и регулирующего клапана. Схема подключения показана на рисунке 2-34. Однофазный водяной насос использует двухфазный двигатель, а трехфазный водяной насос использует трехфазный двигатель и контактор переменного тока. Основные функции:

- (1) Когда регулирующий клапан находится в «рабочем» положении, если уровень воды в баке низкий, то запустится насос. Если уровень воды в баке высокий, тогда реле и соответственно насос отключаются.
- (2) Когда фильтрующий клапан находится в положении «обратная промывка, прямая промывка» или умягчающий клапан находится на состоянии регенерации, независимо от уровня воды в баке, насос находится в нормальном рабочем состоянии, чтобы гарантировать снабжение водой во время промывки или регенерации.
- (3) Реле уровня жидкости устанавливается в скважине (или промежуточном баке и т. д.), чтобы предотвратить повреждение насосного оборудования из-за недостатка воды на входе.



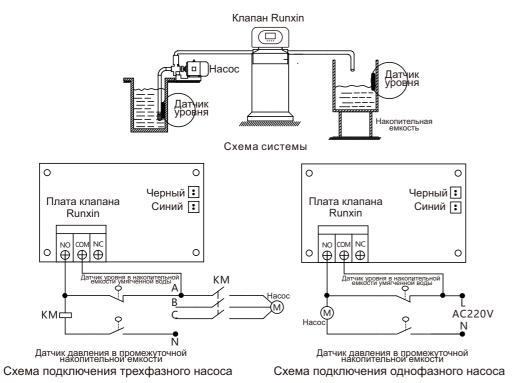


Рис 2-34 Схема подключения для управления насосом воды через датчик уровня в накопительной емкости.

### 2.3.3.4 Управление насосом на входе (установка на b-01 или b-02)

Когда давление воды на входе ниже 0,15 МПа, сложно осуществить эффективную обратную промывку, так же есть сложности с забором солевого раствора. В таких случаях устанавливается насос повышения давления на входе и управляется он через порт b-01. Подключение схемы управления показано на рисунке 2-35. Если ток подкачивающего насоса больше 5A, он должен быть подключен к контактору переменного тока, как это показано на рисунке 2-35.

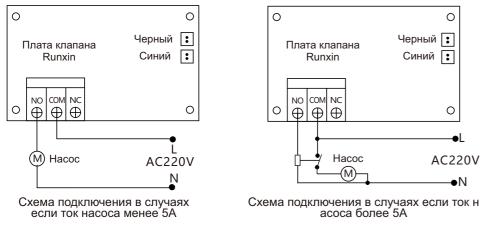


Рис2-35 Схема подключения к насосу

Основная функция: установка насоса на входе в умягчитель или фильтра для воды, когда давление на входе воды низкое, через подключение к порту b-01 или b-02 есть возможность включать насос при регенерации или промывки для увеличения давление воды на входе, чтобы обеспечить эффективность забора солевого раствора и обратной промывки.

### 2.3.4 Синхронизация клапанов

Если в системе очистки воды последовательно или параллельно установлено несколько клапанов для фильтрации или умягчения, то путем синхронизации клапанов в последовательной, параллельной или последовательно-параллельной системе, состоящей из нескольких регулирующих клапанов водоподготовки, можно достигнуть эффекта работы, промывки и регенерации упорядоченным образом, избегая неблагоприятных последствий одновременного запуска промывки или регенерации нескольких регулирующих клапанов.

При синхронизации клапанов необходимо подключить только CN8 (черный) первого клапана и CN7 (синий) последнего клапана. В случае отключения одного из клапанов система автоматически превратится в раздельные системы. К примеру, если подключены 3 клапана, которые образуют одну систему, при отключении первого клапана получится 2 автономные системы система 1 с одним клапаном и система 2 с двумя синхронизированными клапанами. Схема подключения показана на рисунке 2-36. Основные функции синхронизации клапанов.

- (1) Можно соединить несколько клапанов в одну систему очистки воды, при этом только один из клапанов будет осуществлять обратную промывку или регенерацию.
- (2) При использовании в системе водоподготовки с требованием непрерывной подачи воды(например, система вторичной обработки умягчения или система предварительной очистки воды перед обратным осмосом), в данном случае только один клапан может использоваться для регенерации или промывки, чтобы гарантировать наличие воды во время регенерации или промывки.



Схема подключения

Рису 2-36 Схема синхронизации клапанов

# 2.3.5 Описание функций порта для дистанционного управления Когда регулирующий клапан используется для умягчения или других задач, которые можно

Когда регулирующий клапан используется для умягчения или других задач, которые можно контролировать онлайн или подключать к ПК (Рисунок 2-37), при достижения определенного параметра TDS или других показателей клапан получает сигнал от измерительного устройства и переходит в режим регенерации. Данный сигнал эквиваленте нажатию кнопки на панели клапана. Схема подключения показана на Рисунке 2-38:

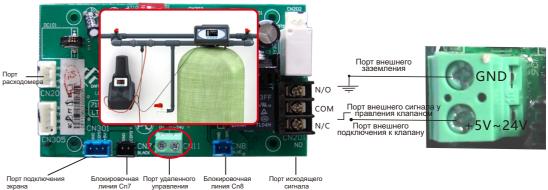


Рис 2-37 Онлайн-мониторинг и удаленное управление Рисунок

2-38 Схема подключения порта для дистанционного управления

Расширенные функции: если вам нужно использовать PLC для управления умягчающим клапаном, вы можете установить временные параметры умягчающего клапана на максимальное значение. В случае необходимости регенерации регенерации, PLC отправляет сигнал умягчающему клапану для перехода в режим обратной промывки. Например, установление времени обратной промывки на PLC 20 минут, когда время истекло (время, установленное умягчающим клапаном, еще не наступило), PLC отправляет сигнал для управления умягчающим клапаном, чтобы закончить обратную промывку и перейти к следующей функции.

### 2.4 Применение каждого порта в системе водоподготовки

# 2.4.1 Многоступенчатое водоочистное оборудование для бесперебойной подачи воды и раздельной регенерации

В случае если система состоит из нескольких клапанов и предназначена для постоянной подачи воды и отсутствует возможность одновременной регенерации применяется метод синхронизации клапанов путем соединения их проводом как это показано на схеме 2-36:



Рису 2-36 Схема синхронизации клапанов

# 2.4.2 Использование одного клапана с расходомером для контроля регенерации в системах с несколькими клапанами.

В системах, состоящих из 2х и более клапанов (среди которых один клапан по расходу, а остальные по времени) можно управлять регенераций только одним клапаном с расходометром для этого нужно синхронизировать клапана между собой и выставить максимальное значение на клапанах, которые делают регенерацию по времени. Как только клапан по расходу закончит регенерацию он передаст сигнал о начале регенерации на клапана по времени, он же в свою очередь после регенерации подаст сигнал на следующий клапана и так по всей цепочке в системе умягчения. Данная схема подключения показана на рисунке 2-39.

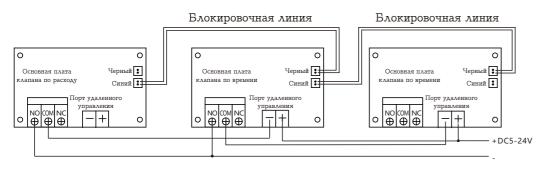


Рис 2-39 Схема подключения клапана по расходу и клапанов по времени.

Примечание: когда клапан по объёму находится в режиме регенерации, порт вывода сигнала выдает сигнал и отправляет его на порт дистанционного управления клапана по времени. Если

порт дистанционного клапана по времени получает сигнал, то так же переходит в режим регенерации, поскольку клапана синхронизированы, то сначала регулирующий клапан по расходу проводи регенерацию, а затем клапан по времени, который готов к регенерации, переходит в состояние ожидания, после того, как клапан по расходу завершает регенерацию, регулирующий клапан по времени начнет регенерацию; после того предыдущий клапан заканчивает регенерацию он передает сигнал о регенерации на следующий клапан.

### 2.4.3 Система умягчения, где одна колона в режиме ожидания и одна в режиме работы.

В подобных системах клапана должны быть синхронизированы между собой и соединены с трехходовым клапаном. На примере клапанов 63510, 63515 и 63520, а также трехходового клапана 42020 на рисунке 2-40 указана схема подключения систем умягчения, где одна колона в режиме ожидания и одна в режиме работы.

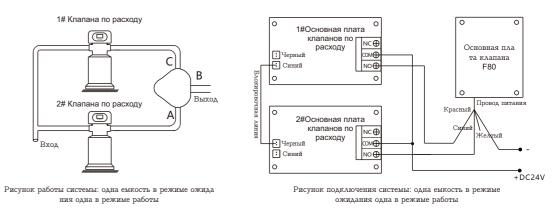


Рисунок 2-40 Схема подключения систем умягчения, где одна колона в режиме ожидания и одна в режиме работы.

Описание: как показано на левом рисунке 2-40, когда регулирующий клапан 1 # работает, трехходовой клапан открывает проходы С и В, а клапан 2 # находится в положении регенерации или в состоянии ожидания после завершения регенерации. Когда объем умягченной воды или время умягчения регулирующего клапана 1 # достигает заданного значения, регулирующий клапан переходит в положение регенерации, и в то же время трехходовой клапан открывает проходы А и В. (При условии, что клапан 1 # и 2 # синхронизированы, когда клапан 1 # входит переходит в режим регенерации, клапан 2 # обязательно будет в рабочем состоянии, и наоборот), что и называется системой, где она колона в режиме ожидания и одна в режиме работы.

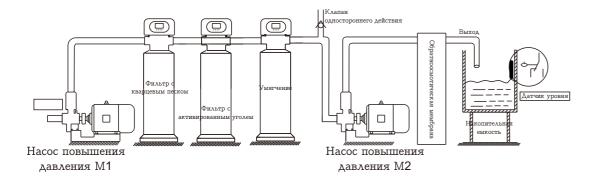
### 2.4.4 Предварительная подготовка воды для систем обратного осмоса (RO)

Для систем водоснабжения, в которых используется фильтрация с помощью кварцевого песка и активированного угля, а так же в системах предварительной очистки перед осмосом, включение и выключение насоса может контролироваться с помощью датчика уровня жидкости в баке или с помощью регулирующего клапана. Выходящий сигнал исходит из порта b-01, клапана синхронизированы, порт с исходящим сигналом подключен к насосу подачи воды, насос высокого давления соединен с датчиком уровня жидкости как это показана на рисунке 2-41.

Основной функционал:

- а) Когда уровень жидкости в баке низкий автоматически включается насос подачи воды.
- б) Когда бак заполнится, насос подачи воды автоматически выключается.
- с) Когда регулирующий клапан переходит в положение регенерации, включается насос подачи воды и отключается насос высокого давления.

г) Функция обратного клапана: когда происходит нехватка воды для предварительной подготовки воды, а так же отсутствует реле низкого давления или реле низкого давления вышло из строя, обратный клапан не позволит насосу высокого давления создать вакуум в система, что в свою очередь может привести к деформации емкостей.



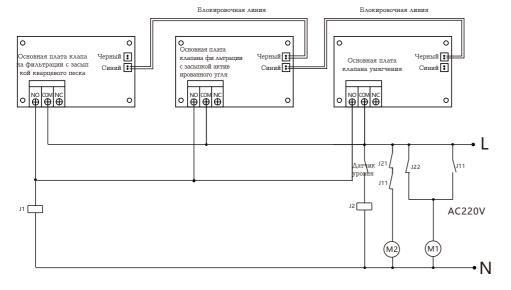


Рис 2-41 Схема подключения системы подготовки воды для обратного осмоса

### 3. Применение фильтрующего клапана Runxin

Как правило, подземные воды часто содержат большое количество взвешенных твердых частиц и коллоидных веществ. Хотя большинство взвешенных твердых частиц и коллоидных веществ можно удалить после обработки коагуляцией, все же неизбежно останется небольшое количество мелких частиц, которые необходимо удалить путем фильтрации. Чтобы вода отвечала требованиям для дальнейшего использования в системах ионообменная, либо в системах обратного осмоса необходима фильтрация для избежания загрязнения самой смолы и полотна мембраны.

### 3.1 Принцип фильтрации

Выбор системы фильтрации и фильтрующего материала необходимо выбирать в соответствии с такими факторами, как качество исходной воды, требования к последующему процессу обработки воды и объем очищенной воды. Как правило, функция фильтрации заключается в улавливании грязи, то есть в более тщательном удалении примесей, таких как взвешенные твердые частицы и коллоиды через подходящий фильтрующий слой. После выработки фильтрующего слоя для его восстановления используется метод обратной промывки. Принцип фильтрации обычно считается объединенным результатом поверхностной адсорбции и механического удерживания: во-первых, когда вода начинает поступать в фильтрующий слой из верхней части, часть взвешенных веществ в воде задерживается поверхностью фильтрующего слоя за счет адсорбции и механического удерживания. Со временем частицы загрязнителя забьют поры фильтрующего материала и приведут к образования отдельного слоя в фильтрующей засыпке. Данный слой со временем по мере нарастания в нем загрязнителя будет увеличивать степень фильтрации.

### 3.2 Стандартные системы фильтрации

Стандартные системы фильтрации это в основном фильтрующее оборудование с гранулированной средой в качестве фильтрующего материала. В зависимости от конструкции оборудования, направления потока жидкости и конфигурации фильтрующего материала существует несколько классификаций. Ниже кратко представлены некоторые из них.

### 3.2.1Напорная фильтрация

Обычно используемые напорные фильтры включают в себя, однослойные фильтры и двух слойные фильтры.

### 3.2.1.1 Однослойные фильтры

### (1)Структура

Однослойный фильтр также называется механическим фильтром, этот фильтр обычно представляет собой закрытую вертикальную цилиндрическую емкость, заполненную подходящим фильтрующим материалом и оснащенную устройством для впуска воды, системой распределения воды, а некоторые также оснащены устройством, которое подает сжатый воздух. Снаружи фильтра находятся различные необходимые трубы, клапаны и инструменты.

В однослойным фильтре для разбухания фильтрующего слоя во время обратной промывки необходимо оставить определенное пространство между устройством для впуска воды и фильтрующим слоем. Это пространство всегда заполнено водой во время работы, что способствует равномерному потоку воды. Поэтому устройство для впуска воды этого типа фильтра, как правило, относительно простое.

Система распределения воды в фильтре является важным компонентом, и ее функция заключается в обеспечении равномерного распределения потока воды в фильтрующем слое и предотвращении утечки фильтрующего материала. Существует много типов систем распределения воды, используемых в настоящее время: тип сливной крышки, тип с прорезью патрубка и тип фильтровальной ткани (перфорированная пластина, зажатая фильтровальной тканью, или фильтровальная ткань, обернутая патрубком) и так далее.

#### (2)Использование

Рабочий расход однослойного фильтра обычно составляет 8 м / ч— 10 м / ч. Когда перепад давления (то есть разница давлений на входе и выходе фильтра) воды увеличивается до определенного значения, необходимо выполнить обратную промывку. В это время вода из фильтра должна сначала отводиться к верхнему уровню фильтрующего слоя, а затем сжатый воздух под определенным давлением подаваться из нижней части фильтрующего слоя. ГРазличные фильтрующие материалы требуют разного давления прохождения сжатого воздуха. Чем тяжелее фильтрующий материал, тем больше требуемое давление, прочность на обратную промывку сжатым воздухом обычного фильтрующего материала из кварцевого песка составляет  $(18\ 25)\ \mathrm{n}\ /\ (\mathrm{m}^2\cdot\mathrm{c})]$  после перемешивания и продувки в течение 3–5 минут фильтрующий слой должен расшириться на 10-15%. После подачи воды для обратной промывки в течение 2 -3 мин, остановите подачу сжатого воздуха и продолжайте промывку водой в течение 1 -2 мин. В это время необходимо увеличить давление воды для обратной промывки, чтобы достичь  $40\% \sim$ 50% степени расширения фильтрующего слоя. В конце промывайте водой до тех пор, пока не будет вымыты остатки загрязнителя после чего можно переводить клапан в режим фильтрации. Следует контролировать мутность сточных вод во время работы фильтра, но фильтрация однослойного фильтра обычно не оценивается по изменению мутности сточных вод, а определяется по разнице давления на входе и выходе фильтра. Это связано с тем, что фильтрующий материал в однослойном фильтре равномерно распределяется вверху и внизу емкости. По мере прохождения воды через фильтрующий слой все больше и больше взвешенных примесей улавливаются на поверхности фильтрующего слоя, что приводит к формированию более плотного слоя, данный слой снижает мутность сточных вод, но ведет к падению давления. Фильтрация должно проводится до тех пор, пока давление не упадает до критической отметки, после чего должно быть осуществлена обратная промывка. Если обратную промывку не провести вовремя, то слой с загрязнителями разрушится и все загрязнители пойдут в отфильтрованную воду, так же в последующем фильтрующий материал трудно будет промывать обратным потоком, что повлияет на эффективность фильтрации в целом. Поэтому очень важно понимать, что однослойный фильтр должен промываться до момента критического перепада давления. Например, механический фильтр при загрузки фильтрующего материала из кварцевого песка с размером частиц от 0,6 до 1,2 мм, при высоте фильтрующего слоя около 0,7 м сразу после обратной промывки падение давления воды, протекающей через фильтрующий слой, составляет около 4,9 kPa. Когда максимальное рабочее падение давления составляет около 40 kPa, мутность сточной воды начнет значительно увеличиваться, поэтому фильтр не должен работать на этом предельном значении. Обычно рекомендуется выполнять обратную промывку при достижении падения давления 20 - 30kPa.

### 3.2.1.2 Двух слойный фильтр

Внешний вид напорного двух слойного фильтра аналогичен однослойному фильтру. Отличие состоит в том, что добавлено промежуточное устройство распределения воды. Во время работы исходная вода одновременно сверху и снизу попадает в емкость, а отфильтрованная воды выходит из середины емкости. Общая высота фильтрующего материала двух слойного фильтра составляет 2 -2.4 м, а промежуточное водораспределительное устройство обычно устанавливается в фильтрующем слое на расстоянии 0.6 - 0.7 м от поверхности фильтрующего материала. Когда в качестве фильтрующего материала используется кварцевый песок, размер частиц должен составлять 0.4-1.5 мм, средний размер частиц следует контролировать в пределах 0.8 мм  $\sim 0.9$  мм, а коэффициент неровности  $K_{80}$  должен составлять 2.5- 3. Обычно в двух слойных фильтрах засыпка снизу с более большими гранулами а сверху с более мелкими поэтому при фильтрации (обычно поток идет снизу вверх) сначала фильтруются более крупные загрязнители а потом более мелкие. Если поток воды будет идти сверху вниз, то в таких системах фильтрующих материал будет очень быстро забиваться что будет приводить к малой скорости фильтрации, поэтому в двух слойных фильтрах рекомендуется всегда подавать вводу снизу вверх что способствует более стабильной работе фильтра в целом.

Изначально в режиме фильтрации, распределение потока фильтрации между верхним и нижним слоем примерно одинаковое, но со временем верхний слой загрязняется быстрее чем нижний и 80% потока приходится на нижний слой. По сравнению с обычным однослойным фильтром, двух слойный фильтр имеет преимущества большой производительности и более длительного периода эксплуатации, но имеет сложности в процессе очистки и обслуживания, а степень фильтрации воды не такая высокая, как у однослойных фильтров.

Метод очистки двух слойного фильтра: сначала в течение 5-10 минут продуйте сжатым воздухом, затем направляя очищенную воду в середину емкости что бы промыть верхний слой, после чего выключите подачу сжатого воздуха, одновременно с этим подавайте воду из середины емкости вниз, слейте воду из верхней части, промойте весь фильтрующий слой, отрегулируйте интенсивность обратной промывки (16-18)  $\pi$  / ( $\pi$  · c), время 10 мин. -15 мин. Наконец, остановите обратную промывку, сделайте прямую промывку, когда вода будет отвечать требованиям фильтрации можно использовать фильтр в его штатном режиме.

### 3.2.1.3 Многослойный фильтрующий материал

В обычном однослойном фильтре при обратной промывке фильтрующий материал естественным образом распределяется по принципу «снизу гранулы больше сверху меньше». Следовательно, этот тип фильтра в основном использует только верхний слой засыпки, а нижний фильтрующий материал в основном не оказывается на фильтрацию никакого воздействия, поэтому его средняя фильтрующая способность низкая, период работы короткий, а также из-за быстро забивающегося верхнего слоя имеют потери в давлении. Чтобы улучшить эту ситуацию, для однослойных фильтров разработаны многослойные фильтрующие материалы. Большинство используемых в настоящее время многослойных фильтрующих материалов представляют собой двухслойные или трехслойные фильтрующие загрузки.

### 1 Двухслойный фильтрующий материал.

Его структура такая же, как и у обычного фильтра, за исключением того, что в фильтрующем слое наслоены два разных фильтрующих загрузки. Верхний слой представляет собой фильтрующий материал с небольшой относительной плотностью и большим размером частиц, а нижний слой представляет собой фильтрующий материал с высокой относительной плотностью и малым размером частиц. Обычно используется: верхний слой - антрацит (относительная плотность от 1,5 до 1,8), а нижний слой - кварцевый песок (относительная плотность около 2,6). Из-за большой разницы в их относительной плотности, даже если частицы антрацита имеют большой размер, они все равно могут находиться поверх более мелкого кварцевого песка после обратной промывки. Таким образом, частицы всего фильтрующего слоя могут быть расположены в виде «сверху гранулы больше снизу гранулы меньше», что очень полезно для фильтрации.

Для обеспечения хорошего рабочий коэффициент в фильтрации с двухслойной засыпкой ключевым моментом является то, получается ли хорошая наслойка двух фильтрующих материала во время обратной промывки. Чтобы не смешивать два фильтрующих материала во время обратной промывки, размер частиц двух фильтрующих материалов должен быть выбран соответствующим образом. Практика показывает, что при относительной плотности угля антрацита 1,5 отношение наибольшей крупности угля к наименьшей крупности кварцевого песка не должно быть больше 3,2. На практике трудно добиться полного не смешивания двух фильтрующих материалов, и обычно требуется контролировать толщину смешанного слоя менее 10 см.

Обычный фильтр с засыпкой кварцевого песка можно сразу заменить на двухслойный фильтр. И сделать это нужно следующим образом - убрать часть засыпки из верхней части фильтра примерно от 200 мм до 300 мм от верхней точки засыпки, таким образом оставшиеся размеры частиц кварцевого песка составят 0,65 мм.  $\sim$  0,75 мм., после чего засыпать антрацитовый фильтрующий материал с размером частиц 1,0 мм  $\sim$  1,25 мм. В итоге большая часть взвешенных веществ в воде будет проникать в поры между частицами антрацита во время

фильтрации и задерживаться, а оставшаяся часть будет задерживаться нижним слоем кварцевого песка.

### (2)Трехслойный фильтрующий материал.

Принцип и структура трехслойного фильтрующего слоя аналогичны двухслойному фильтрующему слою, это опять-таки же добавлению слоя фильтрующего материала с более высокой относительной плотностью и более мелкими частицами под двухслойный фильтрующим слоем. Обычно используемые фильтрующие материалы высокой плотности: гранат, магнетит или ильменит и т. д., их химические свойства стабильны, плотность граната составляет  $4.2 \, \text{г/см}^3$ , а плотность магнетита составляет  $4.2 \, \text{г/сm}^3$ .

Диапазон размеров частиц трехслойного фильтрующего материала обычно составляет: верхний слой антрацита 0,8 мм~2,0 мм, нижний слой фильтрующего материала высокой плотности 0,25 - 0,5 мм, средний слой кварцевого песка может быть определен в соответствии с условиями верхних и нижних фильтрующих материалов, особых требований к среднему слою нет. Толщина каждого слоя фильтрующего материала по отношению к общей толщине может быть определена в соответствии с качеством воды, как правило: нижний фильтрующий материал составляет примерно 5-10%, средний фильтрующий материал составляет примерно 25-35%, на верхний фильтрующий материал приходится примерно от 60% до 65% от общего объёма загрузки.

Хотя двухслойный фильтр лучше улавливает взвешенные частицы и имеет более высокую скорость потока (обычно 12-16 м³ / ч), чем однослойный фильтр, из-за большего размера частиц нижнего кварцевого песка, которые фильтруют взвешенные твердые частицы, скорость фильтрации по-прежнему не может быть слишком высокой. В трехслойном фильтре, поскольку размер частиц фильтрующего материала расположен сверху вниз от большого к малому, а фильтрующий материал нижнего слоя имеет небольшой размер частиц и большую площадь поверхности, способность улавливания возвещённых частиц задействована на всех фильтрующих слоях, что позволяет достичь скорость фильтрации до более чем 30 м³ / ч, и даже на таких эффективность фильтрации будет сохраняться на прежнем уровне. Таким образом можно заключить, что преимущества этого типа фильтра - высокая скорость фильтрации, большая задерживающая способность, длительный цикл фильтрации, высокая приспособляемость к источникам воды с высокой входящей мутностью и большими колебаниями мутности, а также сопротивление потоку воды в фильтрах с трехслойной засыпкой сопоставима сопротивлению потоку, как и в обычных фильтрах.

### 3.2.1.4 Фильтрация с разной степенью пористости загрузки.

Фильтрация с разной степенью пористости загрузки специально разработана на основе однослойного фильтра. Его главная особенность заключается в том, что фильтрующий слой в фильтре смешан с фильтрующими материалами различной пористости. Соотношение фильтрующих материалов составляет: около 96% от общего объема крупнозернистый фильтрующий песок с размером частиц 1,2 мм --2,8 мм, около 4% представляет собой песок тонкой очистки с размером частиц 0,5 мм  $\sim$  1,0 мм, а общая высота фильтрующего слоя после их смешивания составляет 1.5 м $\sim$  2м.

В фильтрующем слое с различной пористостью фильтрующего материала тонкой очистки равномерно смешивается с крупнопористым материалом, так что пористость всего фильтрующего слоя значительно уменьшается, это делается для того что бы канал через проходит вода во время очитки был как можно длиннее, что позволяет более эффективно задерживать взвешенные твердые частицы.

Опыт эксплуатации показывает, что независимо от того, работает ли фильтр с переменным размером пор, ключевым является эффективность обратной промывки, а также возможность полноценного смешивания и распределения фильтрующего материала. Общий процесс обратной промывки, следующий: первая обратная промывка длится в течение 2 минут, затем промывка воздухом и в то же время выполняется обратная промывка водой в течении 2 минут, в

конце проводится обратная промывка водой в течение 2 минут, интенсивность обратной промывки составляет (15 -16) л / (с  $\cdot$  м²). После завершения обратной промывки необходимо пропустить сжатый воздух через фильтрующий материал, чтобы полностью перемешать крупнопористый и мелкопористый материал, прежде чем его можно будет запустить в работу. В фильтре с переменным размером пор главное - проникающая фильтрация. В случае хорошей обратной промывки фильтрация с разной степенью пористости загрузки имеет преимущества низкого сопротивления фильтрующего слоя, большой способности задерживать грязь и высокой скорости фильтрации.

### 3.2.2 Волокнистые фильтры

Волокнистые фильтры названы так по причине того, что в качестве фильтрующей загрузки используются волока. В настоящее время основные области применения - это выталкивающие капсульные волоконно-оптические фильтры и плавающие волоконно-оптические фильтры с гидравлической регулировкой плотности. Структура корпуса оборудования в основном такая же, как у однослойного напорного фильтра. Внутренний фильтрующий материал представляет собой синтетическое волокно, с определенной плотностью, а вода проходит через фильтрующий слой снизу вверх. Среди них фильтр с выдавливаемым волокном для капсул представляет собой слой волоконного фильтра с несколькими непроницаемыми капсулами. Во время фильтрации капсулы заполняются водой и расширяются, изгибаясь и сжимая волокна, таким образом что вода проходит через сами волокна. При очистке слейте воду из капсулы, взрыхлите волокно и используйте сжатый воздух для промывки водой и воздухом для очистки слоев волокнистого фильтра.

Волокнистые фильтрующие материалы обычно представляют собой нити из полипропиленовых волокон, которые обладают такими преимуществами, как высокая разрывная прочность, хорошая химическая стойкость, низкое водопоглощение, большая площадь поверхности, небольшое сопротивление потоку воды и легкость очистки. Это идеальный фильтрующий материал. Практика доказала, что волокнистый фильтр является относительно высокоэффективным фильтром, и ниже приведены его характеристики:

- а) Высокая рабочая скорость потока и большая способность улавливания загрязнителей в сточных вод. При расходе воды  $30 \text{ m}^3$  / ч задерживающая способность составляет 4.9 кг /  $\text{m}^2$ , при расходе воды  $50 \text{ m}^3$  / час задерживающая способность составляет 2.3 кг /  $\text{m}^2$ . Способность улавливать грязь в 5-10 раз выше, чем у песочных фильтров.
- б) Качество фильтрации сточной воды так же намного лучше остальных методов фильтрации. Волокнистая фильтрация может использоваться как для осветления, так и для контактной фильтрации. Когда поступающая вода коагулируется, мутность сточных вод может достигать ≤ 1NTU.
- в) Низкие потери напора и низкое рабочее давление. Средний перепад давления фильтрации во время работы составляет 0,02 МПа  $\sim$  0,06 МПа, и как правило, максимальный не превышает 0,2 МПа.

### 3.2.3 Адсорбционная фильтрация с активированным углем

Мутность отфильтрованной воды можно снизить до низкого уровня, но часто остается некоторое количество органических веществ и свободного хлора, что весьма неблагоприятно для срока службы ионообменной смолы и мембраны обратного осмоса, а поэтому от данных загрязнителей стараются избавиться как можно раньше. Использование обычного напорного фильтра с активированным углем в качестве фильтрующего материала может помочь в удалении свободного хлора из воды и в то же время снизить содержание органических веществ. Поскольку активированный уголь дорог и его легко разрушить при промывании сильными потоками воды, его основная функция — это не задерживать загрязнения, а снижать содержание свободного хлора и органических веществ в воде за счет адсорбции. Чтобы обеспечить его адсорбционную эффективность и избежать загрязнения активированного угля большим количеством взвешенных твердых частиц и коллоидных веществ, обычно устанавливается

песочный фильтр перед фильтром с активированным углем, чтобы уменьшить количество взвешенных частиц до попадания воды в фильтр с активированным углем.

Активированный уголь — это разновидность адсорбента с высокой адсорбционной способностью, и его фильтрующая эффективность основана на физической адсорбции. Обычно активированный уголь делают из древесного угля, скорлупы кокосового ореха или грецкого ореха, так же косточки абрикоса, уголь проходит химическую обработку или высокотемпературный обжиг для активации. После активационной обработки на поверхности и внутри активированного угля образуются бесчисленные взаимосвязанные капиллярные каналы с диаметром пор от 1 до 100 нм, поэтому активированный уголь имеет большую адсорбционную удельную поверхность, обычно до  $500 \text{ m}^2 / \text{г}$  -- $1500 \text{ m}^2 / \text{г}$ . Активированный уголь, используемый для адсорбции и фильтрации, обычно имеет размеры частиц от 1 мм до 4 мм, которые выбираются в соответствии с потребностями во время использования.

Фильтрация с загрузкой активированного угля может более эффективно удалять из воды свободный хлор. В этом процессе, помимо физической адсорбции CI2 активированным углем, поверхность активированного угля оказывает определенный каталитический эффект, который может способствовать гидролизу свободного хлораCI2 и ускорять выделения кислорода [O]. Выделяемый кислород может реагировать с углеродом в активированном угле или других легко окисляемых компонентах, что способствует дальнейшему удалению свободного хлора.

Хотя адсорбция и фильтрация активированного угля может снизить содержание органических веществ в воде, из-за большого разнообразия органических веществ в воде и большой разницы в размерах молекул адсорбционная способность активированного угля различна. Эффект адсорбции связан с активационными характеристиками активированного угля и составом органических веществ в воде. Например, среди активированного угля, сделанного из скорлупы орехов, активированный уголь из скорлупы кокосовых орехов является лучшим с точки зрения обычного индекса адсорбции, но для адсорбции органических веществ в природной воде лучше использовать активированный уголь из скорлупы грецких орехов или косточки абрикоса. Кроме того, эксперименты показали, что обычный активированный уголь обладает хорошим эффектом адсорбции и удаления органических веществ с молекулярной массой от 500 до 3000, но трудно удалить органические вещества с молекулярной массой менее 500 или более 3000. Как правило, степень адсорбции при фильтрации с активированным углем для органических веществ в обычной воде составляет от 20% до 80%.

В процессе эксплуатации, когда активированный уголь загрязнен взвешенными твердыми частицами или коллоидами и влияет на адсорбцию и фильтрацию, для его очистки можно использовать обратную промывку. Но если адсорбционная способность активированного угля исчезла, его следует регенерировать или заменить новым. Способы регенерации активированного угля обычно включают: ① продувку паром, ② высокотемпературный обжиг для разложения и улетучивания адсорбированных органических веществ, ③ вымачивание в подходящем растворе, таком как раствор NaOH или NaCl, для десорбции адсорбированных примесей ④, органические растворители. Однако эти технологии регенерации все еще являются незрелыми, и необходимы дальнейшие исследования и исследования.

Фильтрация с активированным углем часто используется для прецизионной фильтрации, когда выдвигаются высокие требования к качеству воды. Поскольку активированный уголь дорог и его трудно регенерировать после насыщения, основная цель фильтрации активированным углем не задерживать загрязнения, а адсорбировать свободный хлор и некоторые органические вещества, а также небольшое количество мелких примесей. Фильтрация активированным углем обычно устанавливается после обычной механической фильтрации, чтобы мутность поступающей воды не была слишком высокой, а срок службы активированного угля мог быть увеличен.

### 3.3 Выбор фильтрующего материала

Материал, используемый в качестве фильтрующего материала, должен иметь следующие условия: стабильные химические свойства и не выделение посторонних химических соединений в воду, хорошая механическая прочность, соответствующий размер частиц и хорошая однородность. Кроме того, материалы должны быть недорогие и легкодоступные. Обычно в фильтрации используются следующие материалы - кварцевый песок, антрацит, мрамор и т. д.

### 3.3.1 Химическая стабильность фильтрующего материала

Для проверки химической стабильности фильтрующего материала при определенных условиях используют нейтральный раствор (можно использовать раствор NaCl с концентрацией 500 мг/л), кислотный раствор (HCl можно приготовить в виде водного раствора с pH ≈ 2), и соответственно можно использовать щелочной раствор (его можно получить в виде водного раствора с pH≈12 с помощью NaOH). Замочите фильтрующий материал примерно на 24 часа и наблюдайте за загрязнением водного раствора. Если он используется для обработки котловой воды, необходимо измерить жесткость воды до и после замачивания. Если жесткость воды значительно увеличивается после замачивания, это означает, что фильтрующий материал легко растворяет кальций или магний. Обычно кварцевый песок подходит для нейтральной и кислой воды, но не может использоваться для щелочной воды, к примеру удаления известняка, потому что SiO2 будет растворяться в щелочном растворе. При удалении извести в качестве фильтрующего материала можно использовать антрацит или полу обожжённый доломит.

### 3.3.2 Размер частиц и коэффициент неоднородности фильтрующего материала (1) Размер частиц

Существует два типа размера частиц фильтрующего материала: средний размер частиц d50, это размер сита, через которое может пройти 50% (по массе) фильтрующего материала. Размер частиц d10 указывает на размер отверстия сита, через которое может пройти 10% (по массе) фильтрующего материала.

Различные фильтрующие материалы и разные условия фильтрации имеют разные требования к размеру частиц фильтрующего материала. Фильтрующий материал следует выбирать в соответствии с конкретной ситуацией, размеры частиц не должны быть слишком большим или слишком маленьким. Когда размер частиц слишком велик, мелкие взвешенные вещества легко проходят через фильтрующий слой. Возникают сложности с взрыхлением фильтрующего слоя во время обратной промывки, что приводит к неполноценности обратной промывке, в свою очередь следствием является образование комков из фильтрующего материала, что опять же приводит к неравномерному потоку воды и снижению качества фильтрованной воды. Если размер частиц слишком мал, сопротивление потоку воды велико, а потеря напора воды в фильтрующем слое также быстро увеличивается во время фильтрации, тем самым сокращая цикл фильтрации и увеличивая объём воды, потребляемый при обратной промывки.

### (2) Коэффициент неоднородности

Однородность размера частиц фильтрующего материала обычно выражается коэффициентом неравномерности К80, который обозначает отверстие сита (d80), через которое может пройти 80% (по массе) фильтрующего материала, и диаметру отверстия сита. (d80) через который может пройти 10% фильтрующего материала d10 соотношение считается по следующей формуле: K80=d80/d10.

Если размер частиц фильтрующего материала неодинаков, то это ведет к двум неблагоприятных последствиям: во-первых, затрудняется операция по обратной промывке, если интенсивность обратной промывки слишком велика, то крошечные частицы загрузки будут вымыты, если же интенсивность обратной промывки слишком слабая, то плохо промоются нижние слои загрузки. Во-вторых, ухудшение качества фильтрации, неравномерный размер частиц обычно ведет к тому, что мелкие фильтрующие частицы, концентрируются в верхней части фильтрующей загрузки, что в свою очередь приводит к накоплению грязи на поверхности фильтрующего слой, который сильно снижается входящее давление и сокращает время фильтрации.

Как правило, когда в качестве фильтрующего материала используется кварцевый песок или мрамор, эффективный размер частиц может составлять 0,35 мм, а коэффициент неравномерности должен быть не более 2, при использовании антрацита эффективный размер частиц может составлять 0,6 мм, а коэффициент неравномерности должен быть не более 3.

### 3.4 Факторы, влияющие на работу фильтра

Принцип фильтрующего оборудования заключается в следующем: когда вода проходит через фильтрующий слой сверху вниз, взвешенные частицы в воде удаляются, когда потеря давления воды, протекающей через фильтрующий слой, достигает минимального значения или мутность воды превышать допустимое значение, систему фильтрационную загрузку необходимо восстановить. Для восстановления фильтрующей способности улавливания загрязнений используется обратная промывка водой снизу вверх для удаления шлама, оставшегося в фильтрующем слое в процессе эксплуатации, и порошок, образующийся в результате фрагментации фильтрующего материала. Фильтр промывается сверху вниз до тех пор, пока мутность исходящей воды не будет квалифицирована как удовлетворительная, а затем вводится следующий цикл операции фильтрации. Таким образом, операция фильтрации представляет собой периодический цикл, состоящий из трех стадий проточной фильтрации, обратной промывки и принудительной промывки. Фактическое время работы между обратными промывками называется циклом фильтрации.

Эффект от фильтрации обычно оценивают по двум аспектам: качество воды, которое часто выражается мутностью, и пропускной способностью фильтрующего слоя, также известного как иловая емкость. Данный параметр относится к качеству шлама, который может быть задержан единицей объема фильтрующего материала в течение всего цикла фильтрации при условии, что качество воды из фильтрующего оборудования соответствует требованиям.

Существует множество факторов, влияющих на эффективность фильтрации, в основном это скорость фильтрации, обратная промывка и равномерность потока воды.

### 3.4.1 Скорость фильтрации

Скорость фильтрации (v) можно рассчитать следующим образом:

v=Q/S м/ч (3-1)

В формуле: Q — производительность фильтра, м<sup>3</sup>/ч;

S - площадь фильтрующего сечения фильтра, м<sup>2</sup>.

Из этой формулы видно, что под скоростью фильтрации здесь понимается не фактическая скорость прохождения воды через поры между фильтрующими материалами, а скорость прохождения воды через фильтр в предположении, что фильтрующий материал не занимает места, к которому относятся данные, указывающие на скорость потока воды в фильтре.

Процесс фильтрации – это процесс, при котором фильтрующий слой постепенно насыщается взвешенными веществами в воде сверху вниз. Таким образом, величина скорости фильтрации не только влияет на транспортировку взвешенных веществ к поверхности фильтрующего материала, но и оказывает гидравлическое воздействие на взвеси, задержанные или адсорбированные фильтрующим материалом. Если скорость фильтрации слишком высока, эффект гидравлического сдвига больше, чем эффект адсорбции, что ведет к увеличению мутность исходящей воды, теряется давление и сокращает период фильтрации. Если скорость фильтрации слишком низкая, это означает, что производительность на единицу площади фильтра снижается. Если необходимо достичь определенную производительность необходимо увеличивать площадь фильтрациим, но это ведет к увеличению фильтрующей емкости и как следствие к удорожанию фильтрующей системы в целом. Поэтому оптимальную скорость фильтрации фильтра следует определять путем отладки по характеристикам фильтрующего материала и условиям качества входящей и исходящей воды. Максимально допустимая скорость фильтрации в основном зависит от размера частиц фильтрующего материала. Чем меньше размер частиц, тем меньше допустимая скорость фильтрации. См. Таблицу 3-1 для получения информации о рабочей скорости фильтрации наиболее часто используемых фильтров.

Таблица 3-1 Скорость фильтра

Типфильтра		Скорость фильтрации м/ч			
		Скорость фильтрации после коагуляционного осветления			
Мелкий	кварцевый песок или мелкий песок	6~8			
однослойный фильтрующий	Однослойные фильтры	8~10			
материал.	Двухслойный фильтр	15~18			
Двухслойный фильтрующий материал.		12 ~ 16			
Трехслойный фильтрующий материал.		20 ~ 30			
	ция с разной степенью ристости загрузки.	18 ~ 20			
Вол	окнистые фильтры	20~40			
Адсорбционная фильтрация с активированным углем		Адсорбция органических веществ : 5 ~ 10			
		Адсорбция свободного остаточного хлора : ≤20			

### 3.4.2 Обратная промывка

Эффективность фильтрующей засыпки во время работы можно контролировать, измеряя мутность воды. Однако этот показатель не может отражать степень улавливания загрязнений фильтрующим слоем, так как в процессе фильтрации колебания мутности исходной воды невелики, а при значительном увеличении мутности воды часто происходит серьезное загрязнение фильтрующего слоя. При ориентировке только на мутность будет достаточно сложно полноценно осуществить обратную промывку, поэтому фактическим показателем контроля для определения необходимости обратной промывки фильтра во время работы является не мутность, а перепад давления воды, поскольку изменение давления во время фильтрации весьма очевидно, и легко измеряется с помощь сравнения данных с манометра на входе и выходе.

Когда фильтр достигает определенного значения перепада давления, он должен прекратить работу и выполнить обратную промывку. Причина, по которой фильтр не может работать до тех пор, пока перепад давления не станет слишком большим перед обратной промывкой, заключается в следующем: когда перепад давления велик, для достижения определенной производительности необходимо увеличить давление воды на входе, что легко приведет к разрыву фильтрующего слоя, а из самого фильтра будет выходить большое количество воды, которая будет проходить в любом месте, нарушая фильтрующий эффект и не отвечать требованиям к качеству отфильтрованной воды.

В реальной практике перепад давления на фильтре должен быть намного ниже, чем перепад давления при разрыве фильтрующего слоя. Таким образом, можно избежать слишком сильного загрязнения фильтрующего слоя, которое затрудняет завершение обратной промывки и вызывает неблагоприятные последствия, такие как агломерация фильтрующего материала.

Объём расхода воды при обратной промывке может быть выражен «силой обратной промывки», а ее единицей является  $n/(m^2 \cdot c)$ , что означает количество воды обратной промывки (литров), протекающей через каждый квадратный метр секции фильтра в секунду. Сила обратной промывки должна строго контролироваться, её должно быть достаточно не только для взрыхления фильтрующего слоя, чтобы частицы могли сталкиваться и тереться друг о друга, но для того чтобы смывать шлам и мельчайшие частицы фильтрующего материала, но при этом не дробить частицы фильтрующего материала.

Оптимальное сила обратной промывки должна быть получена экспериментальным путем, поскольку она связана со многими факторами, такими как размер и плотность фильтрующих частиц, температура воды, и т.д. В общем можно отметить, что сила обратной промывки кварцевого песка составляет  $(13 \sim 16) \text{ л/(M}^2 \text{ с})$ , время промывки составляет  $10 \sim 15$  минут, а время промывки воздухом составляет  $3 \sim 5$  минут; в то время как антрацит имеет низкую плотность и сила обратной промывки  $(10\text{мин}\sim15\text{мин}) \sim 12) \text{ л/(M}^2 \cdot \text{с})$ , время обратной промывки  $5\text{мин}\sim10\text{мин}$ , интенсивность обратной промывки активированного угля  $(7\sim10) \text{ л/(M}^2 \cdot \text{с})$ , время обратной промывки  $20\text{мин} \sim 30\text{мин}$ . Более детально вы можете посмотреть эти данные в Таблице  $3\sim2$  где указаны типы фильтрующего материала и устойчивости к обратной промывке различных фильтров.

При обратной промывке из-за быстро восходящего потока воды частицы фильтрующего материала взрыхляются, а фильтрующий слой расширяется. Отношение высоты фильтрующего слоя после расширения к высоте до расширения называется скоростью расширения фильтрующего слоя, которая является показателем, используемым для измерения силы обратной промывки. Как правило, степень расширения фильтрующего слоя должна составлять от 25% до 50%.

Чтобы улучшить эффект обратной промывки и уменьшить расход воды, используемой для обратной промывки, некоторые фильтровальные установки также оснащены трубопроводами сжатого воздуха для перемешивания фильтрующего материала с помощью сжатого воздуха.

Таблица 3-2 Таблица градации фильтрующего материала и прочности при обратной промывке

	Загрузка			Сила обратной промывки L/(m²·s)				
Тип фильтра	Тип загрузки	Размер	Высота слоя mm	Обратная промывка водой	Промывка водой и воздухом		Примечание	
	Till Sai pyskii	mm			Воздух	Вода		
Песочный фильтр	Песок	0.3 ~ 0.5	600 ~ 800	10~12	27~33	I	Мойка воздухом $3{\sim}5$ мин Мойка водой $10{\sim}15$ мин	
Однослойный фильтр	Песок	0.5~1.2	1200	13~16	20	ı	Мойка воздухом $3~5$ min Мойка водой5 $~10$ min	
	Антрацит	0.5~1.2	800	10~12	10	ı	Мойка водой 5∼10 min	
Двуслойный фильтр	Антрацит	0.8~1.8	400	40 40	40. 45	8∼10	Мойка водой	
	Песок	0.5~1.2	800	13~16	10~15	8~10	5 min $\sim$ 10 min	
Трехслойный фильтр	Антрацит	0.8~1.6	450~600					
	Песок	0.5~0.8	230	16 ~ 18	16 ~ 18	_	-   -	Мойка водой 5∼10 min Нельяз мыть воздухом
	Тяжелая засыпка	0.25~0.5	70					

Волокнистые фильтры	Нейлон Волокна	-	1200~1300	_	60	Вверх 3~5 Вниз 6~10	Мойка водой 20 min∼60 min
Фильтр с активированным углем	Активирован ный уголь	0.8~1.6	1500~2000	7 ~ 10	_	_	Мойка водой $5{\sim}10$ min Нельзя мыть воздухом

#### Примечание:

- 1 Интенсивность обратной промывки, указанная в таблице основана на условиях, когда температура воды обратной промывки составляет 20 ° С. Для каждого увеличения или уменьшения температуры воды на 1 ° С интенсивность обратной промывки необходимо увеличивать или уменьшать на 1% соответственно; интенсивность обратной промывки следует регулировать в зависимости от температуры воды в течении всего года.
- 2 Коэффициент расширения фильтрующего материала при обратной промывке: однослойный фильтрующий материал с кварцевым песком составляет 45%, двухслойный фильтрующий материал 50%, а трехслойный фильтрующий материал 55%.
- 3 При использовании обратной промывки водой и попеременной обратной промывки сжатым воздухом интенсивность обратной промывки водой следует уменьшить.
- 4 Удельный вес фильтрующего материала: антрацит 1,4-1,6, кварцевый песок 2,6-2,65, тяжелая засыпка 4,7-5,0.

### 3.4.3 Равномерность потока воды

В процессе фильтрации или обратной промывки фильтровальное оборудование требует равномерного распределения потока воды по сечению фильтрующего слоя, иначе это негативно скажется на его эффективности.

В фильтровальном оборудовании наибольшее влияние на равномерность потока воды оказывает система водораспределения (или дренажная система). Система распределения воды относится к устройству, расположенному под фильтрующим слоем, которое собирает отфильтрованную воду во время фильтрации и используется для подачи воды обратной промывки во время обратной промывки. Чтобы поток воды был равномерным, конструкция системы распределения воды должна быть качественной.

### 3.5 Применение клапана Runxin в системе фильтрации

Клапана Runxin просты в установке и эксплуатации. Внешний вид показан на рисунке 3-1. Для переключения между циклами работы клапану с ручным управлением всего лишь нужно повернуть ручку, автоматические клапана могут выполнять все операции автоматически.



а. Ручной фильтрующий клапан

б. Автоматический фильтрующий клапан

3-1 Внешний вид клапана фильтра Runxin

### 3.5.1 Подвижный диск и направление потока на каждой стадии работы клапана

Этапы работы фильтра и процесса промывки: работа → обратная промывка → прямая промывка → работа. В обычно используемом фильтрующем клапане, подвижный диск и направление потока жидкости на каждой стадии выглядит следующим образом:

(1)Подвижный диск показан на рисунке 3-2, он имеет сквозное отверстие, которое обычно соединяется с впускным отверстием для воды, а глухое отверстие используется для перекрытия сквозных отверстий на неподвижном диске, которые в свою очередь направляют воду в верхний и нижний дистрибьютор, дренаж и т.д.

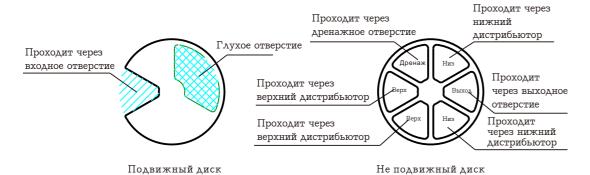


Рисунок 3-2 Схематический рисунок подвижного и не подвижного диска

(2)Работа: как показано на рис. 3-3, при фильтрации проточной воды подвижный диск открывает отверстие на неподвижном диске, отвечающее за подачу воды в верхний дистрибьютор как это показано на рис. 3-3, и поступающая вода поступает в верхний дистрибьютор через впускное отверстие регулирующего клапана, и попадает в фильтрующий слой, отфильтрованная вода вытекает через нижний водораспределитель, центральную трубу и уходит к потребителю.

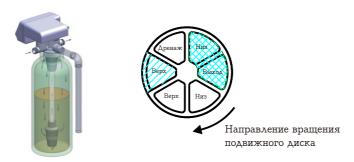


Рисунок 3-3 Положение подвижного диска и направление потока во время работы

(3) Обратная промывка: Когда показатель перепада давления достигает максимального уровня фильтр нужно перевести в режим обратной промывки. Во время обратной промывки подвижный диск переводить в положение как это показано на рис.3-4. В режиме обратной промывки вода через центральную трубку поступает в нижний дистрибьютор и очищает фильтрующую засыпку снизу вверх, одновременно взрыхляя слой засыпки и вымывая загрязнители.

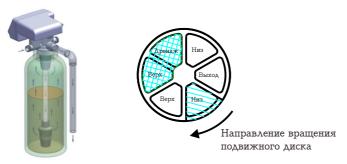


Рис. 3-4 Положение подвижного диска и направление потока во время обратной промывки.

46

(4) Прямая промывка: после обратной промывки вручную или автоматически, происходит процесс прямой промывки подвижный диск в режиме прямой промывки находится в состоянии как это указано на рис. 3-5. В это время вода поступает в верхний дистрибьютор проходит через фильтрующую загрузку и проходя через нижний дистрибьютор уходит в дренаж.

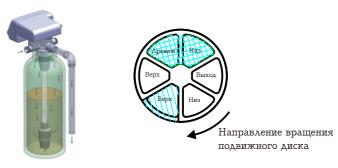


Рис. 3-5 Положение подвижного диска и направление потока во время прямой промывки

### 3.5.2 Выбор фильтрующего клапана

Выбор фильтрующего клапана зависит от многих факторов, таких как качество исходной воды, скорость потока, размер резервуара, материал фильтрующего материала и размер частиц. Обычно рабочий расход относительно низкий, но расход воды при обратной промывке может превышать расход при фильтрации, поэтому следует уделить внимание следующим аспектам: клапан фильтрации не только должен удовлетворять требования по расходу воды во время фильтрации, но и отвечать требования по перепаду давления.

Для удобства подбора фильтрующего клапана вы может воспользоваться кривыми расхода. Кривая расхода для автоматических фильтрующих клапанов Runxin таблице 3-3.

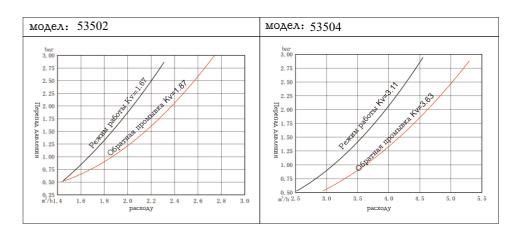
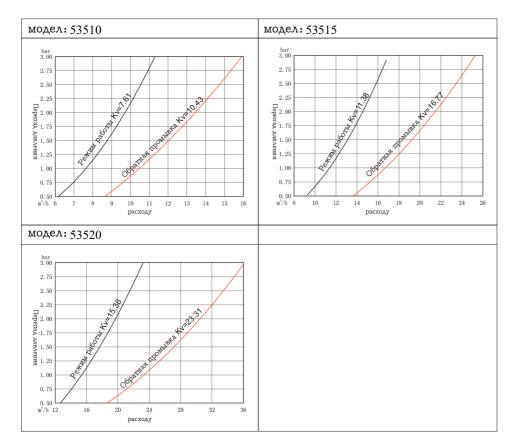


Таблица 3-3 Кривая расходов клапанов Runxin



В Таблице 3-3 кривая расхода представляет собой кривую, построенную с перепадом давления между входом и выходом в качестве ординаты и расходом на выходе выход в качестве абсциссы. Точки на кривой представляют величину расхода, которая может быть достигнута при таком перепаде давления. Непрерывный выход воды из регулирующего клапана, как правило, представляет собой расход воды на выходе, когда перепад давления составляет 0,1 МПа. Если несколько устройств соединены последовательно, то следует ориентироваться на значения на выходе, когда разница давлений составляет 0,175 МПа., когда одно устройство используется независимо, то следует ориентироваться на скорость потока обратной промывки регулирующего клапана и скорость потока на выходе дренажа, когда разница давлений составляет 0,175 МПа.

Значение KV для работы и обратной промывки указывает скорость потока, когда перепад давления составляет 0,1 МПа, когда регулирующий клапан находится в рабочем состоянии или в состоянии обратной промывки.

### 3.5.3 Примеры прикладных решений

Инструкция по установке фильтрационной системы с активированным углем производительностью 10 м³/ч.

① В соответствии со скоростью фильтра в Таблице 3-1 выберите рабочую скорость потока фильтра с активированным углем 10 м/ч, затем:

По формуле Q=v×S площадь поперечного сечения фильтрующего материала в баке фильтра:  $S=Q/v=10m^3/q\div(10m/q)=1m^2$ 

По формуле S=3,14×D2/4 рассчитать внутренний диаметр резервуара: D2=4S/3,14=1,27, D≈1,13м

В соответствии с производственными спецификациями часто используемых фильтровальных резервуаров конфигурация резервуара может быть выбрана диаметром 1,2 м и высотой 2,4 м.

② в соответствии с таблицей по обратной промывки фильтра в Таблице 3-2 выберите скорость

обратной промывки фильтра с активированным углем на уровне 7 л/(м $2 \cdot c$ ), что преобразуется в скорость потока обратной промывки: 7 л/(м $2 \cdot c$ ) ×3600/1000= 25,2 м/ч

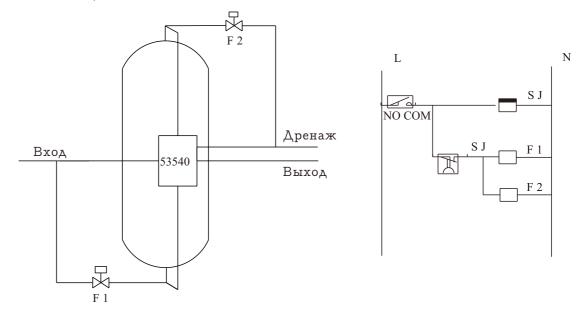
Тогда расход воды при обратной промывки равен: Q=v×S=25,2×3,14×(1,15/2)2≈26,2 м³/ч.

③ согласно таблице кривых расхода регулирующего клапана, когда перепад давления составляет 0,175 МПа, поток обратной промывки 53520 может достигать 29 м³, поэтому можно выбрать регулирующий клапан 53520.

Поскольку поток обратной промывки фильтра обычно намного больше, чем рабочий поток, чтобы регулирующий клапан отвечал требованиям по потоку фильтрации воды, и чтобы был достаточный поток при обратной промывки для обеспечения эффективной обратной промывки, ниже представлены 2 метода увеличения потока при обратной промывке:

#### Способ 1: Добавление перепускного клапан.

Этот метод предназначен для клапана с боковой установкой, как показано на рис. 3-6: путем добавления клапанов (F1 и F2) между входом воды и нижним распределителем воды, а также между верхним распределителем воды и дренажом. При обратной клапаны F1 и F2 открываются через порт вывода сигнала клапана 53540, так что часть исходной воды удаляется непосредственно из резервуара и уходит в дренаж через F2. Схема подключения клапана показана на рис. 3-6.



(а) Схема установки перепускного клапана

(b) Электросхема подключения

Рисунок 3-6 Схема подключения и электросхема для добавления перепускного клапана в целях увеличения потока при обратной промывке.

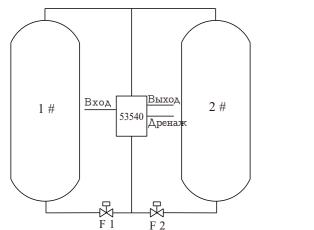
Необходимо задать параметры регулирующего клапана 53540 следующим образом: b-01; NO и COM — точки подключения сигнальных выходов 53540; F1 и F2 — нормально закрытые клапаны; SJ — реле времени, так как два клапана F1 и F2 должны быть открыты только во время обратной промывки, и закрыты во время прямой промывки и работы, поэтому установите время SJ так, чтобы оно соответствовало времени обратной промывки.

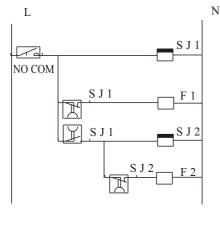
### Способ 2: Один клапан и два резервуара работают параллельно и промываются отдельно.

Для систем управления с боковой установкой клапан один клапан может использоваться для управления двумя емкостями. Две емкости работают параллельно во время фильтрации и промываются отдельно во время обратной промывки, поэтому рабочий поток составляет только половину потока промывки.

Как показано на Рисунке 3-7: Один автоматический регулирующий клапан 53540 оснащен двумя резервуарами. При фильтрации вода одновременно подается в два резервуара. F1 и F2 являются нормально открытыми клапанами. При обратной промывке сначала закройте клапан F2 для обратной промывки бака 1#, закройте клапан F1 после окончания, а затем откройте клапан F2 для обратной промывки бака 2#, чтобы поток обратной промывки в два раза превышал текущий поток. Схема подключения клапанов показана на рис. 3-7.

Параметры регулирующего клапана 53540 установлены как: b-01; NO и COM — точки подключения выхода сигнала 53540; SJ1 и SJ2 — реле времени, которые соответственно контролируют время закрытия двух клапанов F1 и F2 и соответствуют времени обратной промывки 53540. Настройка времени обратной промывки равна времени SJ1+SJ2 (два клапана F1 и F2 закрыты).





(а)Схема подключения клапана

(b) Схема подключения электронной схемы

Рисунок 3-7 Схема параллельной работы с одним клапаном и двумя емкостями.

### 3.6 Примеры использования

# 3.6.1 Применение фильтрующего клапана в системе очистки и фильтрации

### (1) Предыстория

Один из клиентов в Шицзячжуане, провинция Хэбэй, использовал подземные воды в качестве исходной воды для бытовых нужд. Поскольку подземные воды часто содержат гранулированные вещества, такие как грязь и песок, они легко могут повредить водонагреватели, смесители, душевые, форсунки и другое водное оборудование. Поэтому, когда подземные воды используются в качестве воды для бытовых нужд, их необходимо фильтровать, чтобы удалить твердые примеси для того, чтобы вода стала чистой и прозрачной.

### (2)Обзор проекта

Чтобы удовлетворить требования пользователя в ежедневном потреблении воды, необходимо установить резервуар фильтра из нержавеющей стали с расходом на выходе 8 м³/ч, а для фильтрации использовать многослойный кварцевый песок. Поскольку рабочий поток составляет 8 м³/ч, расход обратной промывки составляет около 28 м³/ч. (данные взяты из таблицы кривых расхода регулирующего клапана). Когда перепад давления дополнительного регулирующего клапана 53520 составляет 0,175 МПа, расход обратной промывки составляет 29 м³/ч.

### (3) Конфигурация фильтра

В системе фильтрации используется фильтрующий клапан с автоматическим управлением Runxin 53520, в сочетании с резервуаром из нержавеющей стали диаметром 1 м и высотой 2,2 м. Резервуар заполнен крупнозернистым песком с размером частиц 2-4 мм и толщиной 100 мм, который используется как опорный слой для равномерного водораспределения; в качестве второго слоя засыпан кварцевый песок крупностью 1-2 мм, верхняя часть засыпана кварцевым песком фракцией 0,6-1,2 MM.

Схема фильтрационной установки: колодезная вода — водяной насос без частотного преобразователя — фильтр — резервуар для чистой воды.



Установка устройства показана на рис. 3-8. Рисунок 3-8 Фильтр

### (4)Фильтрация

Средняя мутность воды: 10 NTU, мутность на выходе: ≤5 NTU

Система введена в эксплуатацию с 2014 года, работа системы стабильна, мутность соответствует требованиям пользователя, промывка осуществляется автоматическим клапаном по времени.

# 3.6.2 Применение регулирующего клапана в системе фильтрации с активированным углем

### (1) Предыстория

В целях защиты окружающей среды промышленные сточные воды перед сбросом должны быть очищены в соответствии с гос. стандартами. На заводе по производству музыкальных металлических изделий в Тяньцзине цветность и содержание взвешенных веществ в производственных сточных водах, образующихся в процессе производства, превышают максимально допустимую концентрацию сброса городской дренажной системы в соответствии с обязательным национальным стандартом GB 8978 «Интегрированный стандарт сброса сточных вод», поэтому необходимо проводить очистку сточных вод. Соответствовать нормам выбросов первого уровня цветности <50 мг/л, взвешенных твердых частиц <70 мг/л и соответствовать нормам сброса вод в реки, установленным Агентством по охране окружающей среды.

### (2) Обзор проекта

Поскольку цветность и содержание взвешенных веществ в производственных сточных водах значительно превышают нормы, после использования отстойника для флокуляции и отверждения вода извлекается насосом, а взвешенные вещества удаляются волокнистой фильтрацией, а также обесцвечиваются фильтрацией с активированным углем; Условный расход в рассматриваемой системе 50м³/ч.

Используются два комплекта автоматических фильтровальных клапанов Runxin 53540, работающие с фильтрующими резервуарами диаметром 1,8 м и высотой 2,8 м, заполненными активированным углем, и обе системы работают параллельно для достижения производительности  $25 \text{ м}^3/\text{ ч}$  на каждой установке. Так же установлен шаровой кран для увеличения потока при обратной промывке как показано на рисунке 3-6. После системы фильтрации установлены автоматические клапана для умягчения Runxin 63650 на ёмкости для смолы диаметром 1,5 м и высотой 2,4 м, внутри находится натрий-ионообменная смола для умягчения.

Технологическая схема очистки воды, следующая: сточные воды  $\rightarrow$  резервуар для сточных вод (дозирование флокуляции и осаждения)  $\rightarrow$  водяной насос с регулируемой частотой  $\rightarrow$  волоконный фильтр  $\rightarrow$  фильтр с активированным углем  $\rightarrow$  умягчитель воды  $\rightarrow$  резервуар для воды. Схема показана на рис. 3-9.

#### (1)Эффективность

Система была введена в эксплуатацию в 2015 году и работает стабильно, показывает хорошие результаты в снижении мутности и обесцвечивании, а также отфильтрованная вода соответствует стандартам речного стока, установленным Бюро по охране окружающей среды.

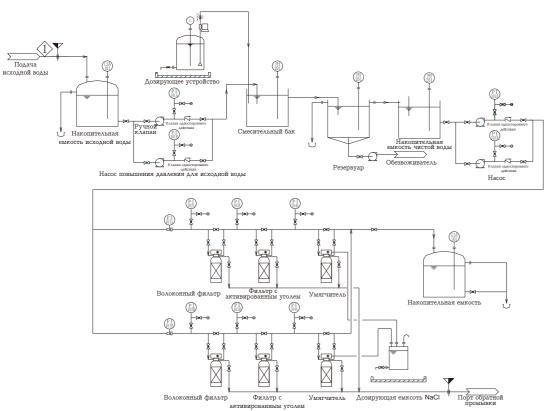


Рисунок 3-9 Технологическая схема системы для очистки сточных вод

## 3.6.3 Применение регулирующего клапана в многоступенчатой системе фильтрации

### (1) Предыстория

В аэропорту Юньнан из-за того, что он находится далеко от города, нет водопровода. В качестве источника воды используются подземные воды, которые очищаются для получения безопасной питьевой воды для персонала аэропорта, экипажа и пассажиров.

### (2) Обзор проекта

Согласно результатам теста исходной воды качество местных подземных вод легко меняется в

зависимости от времени года, иногда мутность высокая, достигает или даже превышает 20 NTU, жесткость составляет около 40 мг/л (в расчете на  $CaCO_3$ ), присутствует определенный запах и не соответствует стандарту питьевой воды. Из-за большого количества персонала и пассажиров в аэропорту объем очистки воды должен составлять 25 м $^3$ /ч.

Основная цель этого проекта - удаление мутности и специфического запаха. Фильтр из кварцевого песка предназначен для уменьшения мутности, фильтр с активированным углем используется для удаления специфического запаха, прецизионный фильтр используется для удаления мельчайших примесей является стандартным требованием.

В проекте используются три комплекта систем угольных фильтров с песочным фильтром для параллельной работы, благодаря блокировке портов блокировки, три комплекта систем могут одновременно промываться водой, а ежедневный объем подачи воды отвечает поставленным требованиям. Каждый комплект системы угольных фильтров с песочным фильтром состоит из последовательного фильтра с кварцевым песком и фильтра с активированным углем, каждая система в отдельности дает 9 м³/ч. В каждой системе фильтрации используется автоматический регулирующий клапан Runxin 53518, и резервуар из нержавеющей стали диаметром 1 м и высотой 2,4 м. PLC используется для сбора сигнала падения давления входящей и исходящей воды, а когда требуется промывка, сигнал отправляется на регулирующий клапан для осуществления автоматической промывки.

Технологический схема очистки воды: исходная вода → фильтр с кварцевым песком → фильтр с активированным углем → прецизионный фильтр → ультрафиолетовый стерилизатор → микропористый фильтр → очищенная вода. Сама установка показана на рис. 3-10.

### (3)Эффективность

Система введена в эксплуатацию в 2017 году и стабильно работает, вода стала чистой, без постороннего запаха и полностью отвечает санитарным нормам питьевой воды.

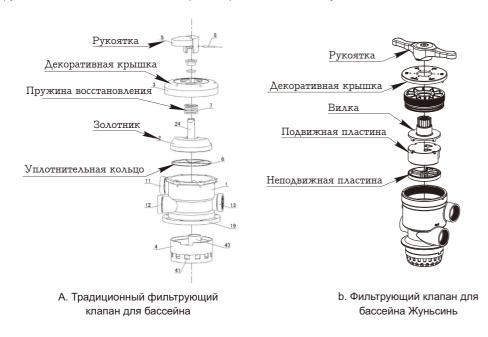


Установка фильтрации рис. 3-10

### 3.7 Применение клапана Жуньсинь в фильтрующей системы бассейна

В качестве специального фильтрующего клапана, фильтрующий клапан для бассейна является основным компонентом фильтрующей системы бассейна. Он не только выполняет функции производства воды, обратной промывки и прямой промывки, которые имеют обычные фильтрующие клапаны, но также должен иметь функции циркуляции, опорожнения и закрытия и другие функции, в основном используется для фильтров с цилиндром для песка. Традиционный фильтрующий клапан для бассейна (в качестве примера возьмем ручной) обычно включает в себя: ручку, декоративную крышку, возвратную пружину, золотник, уплотнительное промежуточное кольцо и другие компоненты. Золотник применяет пластиковое и резиновое уплотнение, что представляет собой мягкое уплотнение, твердость низкая и не устойчив к износу от ила и песка, что легко вызвать утечку, и фильтрующий клапан не может работать под давлением. Поэтому, когда пользователь фактически использует и переключит рабочее место, он должен сначала перекрыть вход воды или выключите источник питания водяного насоса, а затем сильно нажмите на ручку, чтобы позволить, что золотник разделяется от "уплотняющего кольца, чтобы повернуть золотник, при повороте на какое рабочее место, отпустите нажатую ручку, чтобы реализовать соответствующую функцию.

Фильтрующий клапан для бассейнов Жуньсинь использует техническое преимущество с керамическим торцевым уплотнением. Как и "клапан Жуньсинь", он использует керамическую уплотнительную пластину высокой твердости и высокой плоскостности в качестве движущейся пластины, поэтому он может противостоять загрязнениям частицами, износостойким, и срок службы долгий. Подвижная и неподвижная пластина взаимно подогнаны и вращаются для переключения рабочего места, поэтому, в процессе взаимного переключения каждого рабочего места, могут переключать рабочее место напрямую под давлением, то есть нет необходимости останавливать насос. Две конструкции показаны на рис. 3-13. Ручной фильтрующий клапан для бассейна реализует вышеуказанные функции поворотом ручки. Автоматический фильтрующий клапан для бассейна приводит электродвигатель для автоматического завершения всех операций в соответствии с такими сигналами, как перепад давления и время. Применение фильтрующего клапана для бассейна кратко представлено следующее.



3-13 Сравнение конструкции фильтрующего клапана для бассейна

# 3.7.1 Подвижная и неподвижная пластина фильтрующего клапана для бассейнов и направление его потока на каждом рабоем месте

Этапы процесса работы и промывки фильтрующей системы бассейна: работа до тех пор, пока перепад давления не достигнет определенного степеня — обратная промывка — прямая промывка — работа. После того, как бассейн использовался в течение определенного периода времени, необходимо очистить и слить воду в бассейне или обеспечить ее циркуляцию при нагреве или добавлении лекарств. Поэтому фильтрующий клапан для бассейна дополнительно оснащен такими функциями, как циркуляция, опорожнение и закрытие и т. д. Обычно используемые подвижная и неподвижная пдастина фильтрующего клапана в бассейнах, направление течения жидкости каждого этапа и рабочее место корпуса клапана показаны ниже:

(1)Подвижная и неподвижная пластина: как показано на рисунке 3-14, подвижная пластина имеет сквозное отверстие, которое обычно соединяется с водовпускным отверстием; Глухое отверстие используется для отвода; Неподвижная пластина имеет уплотнительную пластину с несколькими сквозными отверстиями, а ее различное сквозное отверстие связано с соответствующим соединением корпуса клапана (например, верхний водораспределитель, нижний водораспределитель, вход воды, выход воды, водовыпускное отверстие и т. д.).



Рисунок 3-14 Схема подвижной и неподвижной пластины фильтрующего клапана для бассейна

(2)Работа: как показано на Рисунке 3-15, во время фильтрации, вода в бассейне поступает в водяной насос. После того, как водяной насос нагнетает давление, она поступает в верхний водораспределитель через водовпускное отверстие контрольного клапана, стекает вниз по фильтрующему слою, а отфильтрованная вода проходит через нижний водораспределитель, центральную трубу к выходу воды, и течет обратно в бассейн.

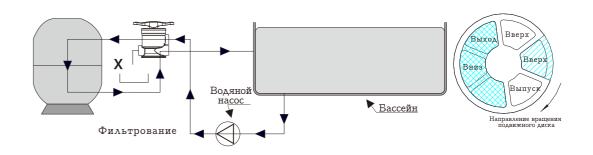


Рисунок 3-15 Состояние фильтрации и схема прилегания подвижной и неподвижной пластины

(3) Обратная промывка: когда фильтр бассейна работает до тех пор, пока разница давлений между входом и выходом не достигнет заданного значения, остановите работу, выполните обратную промывку и вручную или программой контролирует, чтобы подвижная пластина вращалась до состояния, показанного на Рисунке 3-16. В это время, после того, как вода в бассейне нагнетается водяным насосом, она поступает в нижний водораспределитель из водовпускного отверстия контрольного клапана через центральную трубу, и очищает слой фильтрующего материала снизу вверх. Одновременно, ослабляет фильтрующий слой, заддерживающая грязь выпускается через водовыпускное отверстие через верхний водораспределитель.

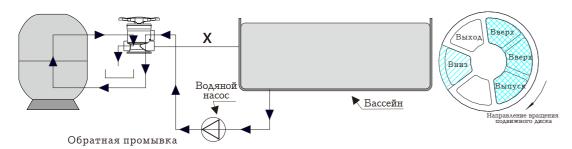


Рисунок 3-16 Состояние обратной промывки и схема прилегания подвижной и неподвижной пластины

(4) Прямая промывка: как показано на рисунке 3-17, после обратной промывки, ручной или программой управляет, чтобы подвижная пластина вращается до состояния, показанного на рисунке. В это время, после того как вода в бассейне нагнетается водяным насосом, она поступает в верхний водораспределитель от входа воды контрольного клапана. И проходит через слой фильтрующего материала сверху вниз, а очищающая сточная жидкость сбрасывается через нижний водораспределитель и центральную трубу, и выпускается через водовыпускное отверстие.

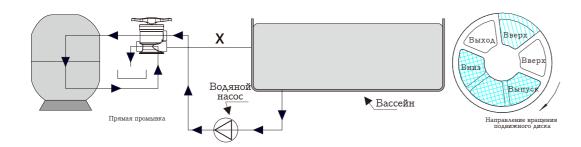


Рисунок 3-17 Состояние прямой промывки и схема прилегания подвижной и неподвижной пластины

(5) Циркуляция: как показано на рисунке 3-18, когда воду в бассейне необходимо нагреть и добавить лекарство, вода не должна проходить через фильтрующий материал, а должна циркулировать. рукой или программой контролиует подвижную пластину на вращение в состояние, показанное на рисунке. В это время, после того, как вода в бассейне нагнетается водяным насосом, она течет из впускного отверстия контрольного клапана, через водовпускное отверстие контрольного клапана, прямо в бассейн из водовыпускного отверстия.

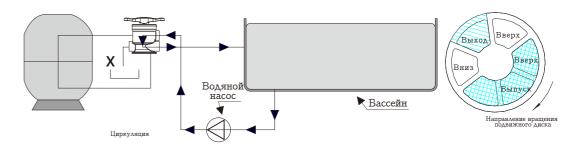


Рисунок 3-18 Состояние циркуляции и схема прилегания подвижной и неподвижной пластины

(6) Опорожнение: как показано на рис. 3-19, когда вода в бассейне используется в течение длительного времени, и требует заменять, воду в бассейне необходимо слить, рукой или программой контролирует, чтобы подвижная и неподвижная пластина вращается до состояния, показанное в рисунке. В это время, после того, как вода в бассейне нагнетается насосом, она поступает из водовпускное отверстие контрольного клапана и быстро сливается прямо из водовыпускного отверстия.

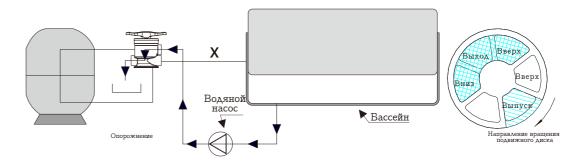


Рис. 3-19 Состояние выпуска воды и схема прилегания подвижной и неподвижной пластины

(7) Закрытие: как показано на рис. 3-20, закройте вход воды и остановите водяной насос, после чего вода между фильтрующим цилиндром и бассейном не будет подаваться.

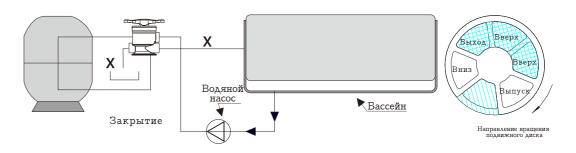


Рис. 3-20. Схема состояния закрытия и прилегания подвижной и неподвижной пластины

### 3.7.2 Выбор фильтрующего клапана для бассейна

Выбор фильтрующей системы для бассейна зависит от способа соединения корпуса цилиндра, диаметра корпуса цилиндра и высоты корпуса цилиндра. Как правило, чем ниже высота корпуса цилиндра, тем выше рабочий поток. чем выше высота корпуса цилиндра, тем ниже рабочий поток; У разных производителей цилиндров немного разные характеристики. Таблица 3-4 Параметры комплектованного низкого резервуара для фильтьрующего клапана для бассейна

Таблица 3-4 Параметры комплектованного низкого резервуара для фильтьрующего клапана для бассейна

Диаметр цилиндра mm	Высота цилиндра mm	Площадь фильтрования m²	Расход м³/ч	Цилиндр Объем m³	Количество песка 0,5-0,8 мм, кг	Размер комплектова нного бассейна м³
400	470	0. 11	6	0.09	40	42-50
450	520	0. 14	8	0. 15	70	50-65
500	605	0. 2	10	0. 17	100	65-95
650	670	0.3	16	0. 32	210	95-130
700	780	0. 37	19	0. 42	310	130-165
750	840	0. 44	20	0. 52	380	165-185
800	860	0. 5	25	0. 68	420	165-200

Таблица 3-5 Параметры комплектованного высокого резервуара для фильтрующего клапана для бассейна

Диаметр цилиндра mm	Высота цилиндра mm	Площадь фильтрования m²	Расход м³/ч	Цилиндр Объем m <sup>3</sup>	Количество песка 0,5-0,8 мм кг	Размер комплектова нного бассейна м <sup>3</sup>
400	1062	0. 13	4. 6	0. 35	112	30-40
450	1062	0. 17	5. 6	0. 42	143	40-50
500	1062	0. 2	7	0. 5	172	50-60
600	1062	0. 28	9.8	0. 68	230	60-80
700	1062	0. 37	13. 3	0.89	325	80-105

Существующие фильтрующие клапаны Жуньсинь для бассейнов включают фланцевый тип с верхним креплением, боковой монтаж и хомутовый тип с верхним креплением, а скорость потока находится в пределах 25 м³/ч. Если вам нужен больший поток, вы можете выбрать широко используемый фильтрующий клапан Жуньсинь 53530, 53540 или F109 с несколькими шаровыми клапанами.

### 3.7.3 Пример применения фильтрующих клапанов для бассейнов

### (1) Обстановка применения

Компания Жуньлай построила для использования рабочих летом бассейн длиной 25 м, шириной 8 м и средней глубиной 1,3 м. Чтобы качество воды в бассейне соответствовало требованиям, вода в бассейне нуждается в очистке.

### (2) Обзор проекта

Для водоснабжения бассейна используется муниципальная водопроводная вода, качество которой относительно чистое, поэтому необходимо обрабатывать только такие примеси, , как твердые частицы, взвешенные твердые частицы и коллоиды, которые попадают в воду во время использования, чтобы снижать мутность сырой воды, и сделать воду чище. Также добавлять дезинфицирующие средства для соответствия качества воды в бассейне стандарту с мутностью не более 5 градусов. Объем бассейна составляет около 260 м³. Согласно требованию 8-часового цикла, расход выходной воды составляет около 33 м³/ч.

По Проекту применяются 2 комплекта систем фильтрации песка для бассейнов при параллельном соединении, каждая система состоит из фильтрующего клапана Жуньсинь для бассейнов 53524, который оснащен резервуаром для песка зажимного типа диаметром 700, в нем содержится 325 кг кварцевого песка 0,5. -0,8 мм. Используется разница давлений между входом и выходом фильтрующего клапана для осуществления обратной промывки. Установка оборудования показана на рис. 3-21, а технологический процесс системы выглядит следующим образом:

Муниципальная водопроводная вода - бассейн - водяной насос - фильтрование кварцевым песком - бассейн.

### (3) Эффект работы

Данная система была введена в эксплуатацию с 2020 года, работает стабильно, автоматически переключает рабочее место, не требует отключения водяного насоса, а вода в бассейне кристально чистая, которая соответствует требованиям стандартов качества воды в бассейне.



Рис. 3-21 Установка клапана Жуньсинь в фильтрующую систему бассейна

### 4 Применение клапана для умягчения Runxin

Клапан умягчения представляет собой устройство автоматического управления для умягчения воды и является ключевым компонентом автоматических умягчителей воды. Умягчитель воды, также известный как ионообменник натрия, представляет собой оборудование для очистки воды, которое удаляет или снижает жесткость воды, например, ионы кальция и магния. Умягчители широко используется в котлах, теплообменном оборудовании, водонагревателях и другом оборудовании, требующем умягчения воды, а также в водоподготовке хозяйственнобытового водоснабжения, аквакультуры и промывочных производств.

### 4.1 Введение

### 4.1.1 Устройство автоматического умягчителя воды

### 4.1.1.1 Основные компоненты и функции умягчителя воды

Автоматический умягчитель воды обычно состоит из автоматического регулирующего клапана (также называемого клапаном умягчения), бака для смолы и солевого бака. Автоматический умягчитель воды обычно бывает с двумя типами подключения клапанов: верхний и боковой. Его состав показан на Рис. 4-1 и Рис. 4-2. Основными функциями каждого компонента являются:

- а) Регулирующий клапан: автоматически регулирует работу умягчителя воды и весь процесс регенерации. Существует много типов и моделей регулирующих клапанов, подробности см. в 2.2.
- b) Резервуар для смолы: резервуар, используемый для наполнения ионообменной смолы натрия.
- с) Смола: в умягчителях воды обычно использует сильнокислотную катионообменную смолу натриевого типа, наиболее распространённая модель смолы 001×7.
- d) Солевой бак: Резервуар, содержащий соль и солевой раствор. Соляной раствор подается для регенерации ионообменной смолы.



Рисунок 4-1 Автоматический умягчитель воды с одним клапаном, установленныйсверху

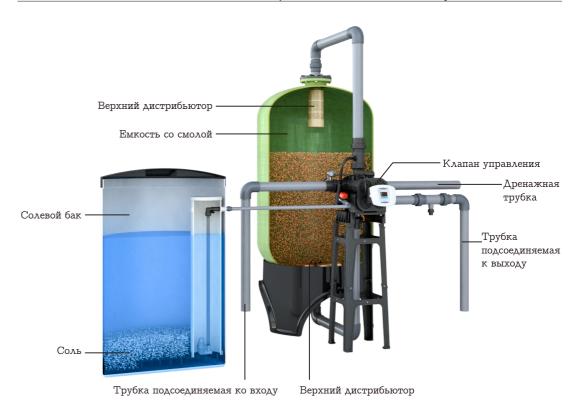


Рисунок 4-2 Автоматический умягчитель воды воды с одним клапаном, установленный

### 4.1.1.2 Резервуар для смолы

Резервуар со смолой оснащен центральной трубой, верхним и нижним распределителями воды и снабжен обменной смолой Na+.

Основные требования следующие:

### (1)Качественная емкость

Емкость для автоматического умягчителя воды обычно изготавливается из пластика, армированного стекловолокном, а некоторые изготавливаются из нержавеющей стали или других материалов. При изготовлении из углеродистой стали внутренняя поверхность должна иметь антикоррозионное покрытие или футеровку. Требования к качеству резервуара из стеклопластика: внутренняя поверхность должна быть ровной и гладкой, резервуар не должен иметь трещин, расслоений, точечных отверстий, загрязнений и пузырей, влияющих на эксплуатационные характеристики. Плоскость отверстия должна быть перпендикулярна оси, без заусенцев и других явных дефектов.

### (2) Центральная труба и водораспределительное устройство

Внутри резервуара для смолы находится центральная труба, которая используется для подачи воды или обратной промывки, а также для подачи солевого раствора во время противоточной регенерации. На обоих концах центральной трубы расположены верхний и нижний дистрибьютор для обеспечения равномерного распределения воды, избежания смещения потока и предотвращения утечки смолы. Как правило, для резервуаров со смолой малого диаметра обычно используется малые; резервуары со смолой большого диаметра должны быть оборудованы лучевыми дистрибьюторами (см. Рисунок 4-3), чтобы вода более однородная. Размер зазора распределителя воды должен быть соответствующим, чтобы избежать утечки смолы, не влияя на прохождение воды. Зазор верхнего водораспределителя не должен быть слишком маленьким, как правило, немного меньше размера частиц смолы. Если зазор слишком

мал, взвешенные примеси и разрушенная смола не могут быть вымыты во время обратной промывки, что легко приведет к накоплению взвешенных веществ в слое смолы, загрязняющему смолу, что повлияет на эффективность регенерации и уменьшит обменную емкость смолы; если зазор слишком большой, то при сильном потоке при промывке смола может вымываться.

Во избежание накопления избыточных взвешенных твердых частиц и коллоидных примесей на поверхности смолы во время работы, что влияет на эффективность регенерации и снижает обменную способность смолы, обычно требуется, чтобы мутность воды на входе в умягчитель воды составляла ≤5NTU. Если мутность исходной воды высокая, то перед умягчителем следует установить фильтр, чтобы мутность поступающей в умягчитель воды соответствовала требованиям.



а.Распределительное устройство для резервуара смолы малого диаметра

b. Распределительное устройство для резервуара смолы большого диаметра

Рисунок 4-3 Водораспределительное устройство автоматического умягчителя воды

#### (3) Заполнение смолой

Засыпкой для умягчения обычно выступает Na+-обменная смола. При засыпке необходимо следить за тем, чтобы смола не попала в центральную трубу во время заполнения (при заполнении смолой центральную трубку можно временно обернуть пленкой, заткнуть пробкой или можно установить специальную воронку). Высота слоя смолы должна определяться в зависимости от размера резервуара, качества исходной воды и требований к качеству умягченной воды. В обычных котлах или другом промышленном оборудовании для водоподготовки высота слоя смолы должна быть не менее 800 мм, также следует оставлять пространство над слоем смолы порядка 30%-40% от 90% общей высоты резервуара около 10% пространства в емкости остается для водяной подушки, что поможет сохранить нерушимость слоя во время регенерации, а также соответствовать степени расширения во время регенерации смолы. Считается что чем выше жесткость воды на входе, тем выше должна быть высота слоя смолы что соответственно приводить к увеличению высоты емкости, в которой находится смола.

#### 4.1.1.3 Солевой бак

Солевой бак изготавливается из пластика и оснащается подставкой под соль, колодцем для поплавка, поплавком, воздушным обратным клапаном и другими устройствами (см. рис. 4-4). Резервуар для соли должен быть закрыт, а его эффективный объем должен находиться в пределах указанного диапазона концентрации соли, который должен, по крайней мере, соответствовать дозировке одной регенерации и облегчать операцию по добавлению соли. Как правило, в резервуаре для соли всегда должна находиться твердая соль, чтобы солевой раствор был насыщенным или перенасыщенным. К компонентам солевого бака предъявляются следующие требования:

### (1) Фильтрация солевого раствора

Чтобы твердые примеси в солевой жидкости не блокировали эжектор и не влияли на эффект регенерации, резервуар для соли должен иметь хорошее фильтрующее устройство, которое обычно достигается за счет многократной фильтрации, такой как сепараторы соли (подставки для соли).

#### (2) Сепаратор соли (подставка для соли)

Соляной сепаратор представляет собой сепаратор с множеством мелких отверстий и на определенном расстоянии от дна соляного бака. Регенерационная соль помещается на сепаратор соли, а растворенный насыщенный рассол проходит через сепаратор и поступает в солевой колодец. В дополнение к роли фильтрации, сепаратор соли также может способствовать однородности концентрации соли. Потому что, когда резервуар для соли пополняется (повторно заполняется после регенерации), вода спускается по солевому колодцу, попадает на дно солевого бака проходит через сепаратор после чего превращаясь в солевой рассол спускается на дно солевого бака. Некоторые солевые не оборудованы сепаратором соли, и солевой раствор превращается в комки, что в последующим будет создавать проблемы при заборе солевого раствора и влиять на эффективность регенерации смолы.

### (3) Воздушный обратный клапан и регулятор уровня жидкости

Чтобы предотвратить всасывание воздуха в резервуар для смолы после всасывания солевого рассола, в солевом колодце резервуара для соли следует установить обратный клапан. В воздушном обратном клапане есть небольшой контрольный шарик. Когда в резервуаре для соли есть солевой раствор, шарик плавает, когда солевого раствора нет шарик падает вниз, блокируя отверстие подачи солевого раствора, чтобы предотвратить попадание воздуха в слои смолы. Если солевой бак не оснащена воздушным обратным клапаном, в отсутствие солевого раствора в емкость со смолой будет поступать воздух, который в свою очередь сформировать множество мелких пузырьков воздуха в слоях смолы, что приведет к распределение воды неравномерно и повлияет на регенерацию и производительность умягчителя в целом.

Контроллер уровня жидкости на самом деле представляет собой небольшой поплавковый шаровой клапан, который обычно устанавливается на штоке воздушного обратного клапана и при необходимости может регулироваться вверх и вниз. Некоторые умягчители воды не имеют регулятора уровня жидкости, а уровень солевого рассола в основном зависит от времени пополнения бака для соли. Поскольку скорость заполнения солевого бака водой связана с давлением воды на входе, то в случаях, когда солевой бак не имеет поплавка при нестабильном давлении, трудно контролировать уровень солевого рассола внутри солевого бака.



(а)Внутреннее устройство резервуара для соли



(b) Воздушный обратный клапан



(с)Регулятор уровня жидкости (поплавок)

Рисунок 4-4 Устройство солевого бака

#### 4 Применение клапана для умягчения Runxin

#### 4.1.2 Основной принцип умягчения

#### 4.1.2.1 Жесткость (YD) и щелочность (JD) воды

Жесткость обычно относится к содержанию ионов кальция и магния  $(Ca^{2^+}, Mg^{2^+})$  в воде. Это важный технический показатель для измерения склонности котлов и другого отопительного оборудования к образованию накипи. Основная функция умягчителя воды — удалить или уменьшить кальций и магний в воде ион. Воду с ионами жесткости обычно называют жесткой водой, а воду с удаленной жесткостью называют умягченной водой или мягкой водой.

Ионы кальция и магния являются основными катионами в природной воде и присутствуют практически во всех природных водах. Обычно общее содержание жесткости кальция и жесткости магния в воде называют «общей жесткостью», где жесткость кальция включает: бикарбонат кальция, карбонат кальция, Сульфат кальция, хлорид кальция и др. К магниевой жесткости относятся: гидрокарбонат магния, карбонат магния, сульфат магния, хлорид магния и др. Кроме того, жесткость также можно разделить на две категории: карбонатную жесткость в зависимости от типа образующихся анионов.

#### (1) Карбонатная жесткость

Концентрация солей, состоящих из ионов кальция, магния и бикарбоната или карбоната в воде, называется карбонатной жесткостью. В карбонатной жесткости природной воды обычно преобладает гидрокарбонатная, поэтому природная вода нейтральна. Карбонатная жесткость подвергается реакциям разложения в высокотемпературной воде и выпадает в осадок. Если он осаждается на поверхности нагрева, он образует накипь. В случаи осадков в паровых котлах образуется водяной шлак. Водяной шлак можно удалить путем продувки котла, но, если продувка не будет произведена вовремя, шлак превратится в накипь.

$$\begin{split} &\text{Ca(HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow \\ &\text{Mg(HCO}_3)_2 \rightarrow \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow \\ &\text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg(OH)}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow \end{split}$$

#### (2) Некарбонатная жесткость

Некарбонатная жесткость относится к содержанию солей, состоящих из ионов кальция, магния и других анионов (таких как сульфат, хлорид, силикат и т. д.) в дополнение к карбонату. После поступления в котел воды, содержащей некарбонатную жесткость, при испарении и концентрировании котла концентрация ионов непрерывно увеличивается, а растворимость сульфата и силиката кальция в воде будут уменьшаться с повышением температуры. Ионы не растворяются что приводит к выпадению в осадок и образования накипи.

#### (3) Щелочность

Щелочность — это количество веществ, способных принимать ионы водорода ( $H^{+}$ ) в воде. Щелочность воды в основном складывается из солей OH,  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^{-}$  и небольшого количества других слабых кислых солей. В природной воде щелочность в основном существует в форме  $HCO_3^{-}$ . Если щелочность высокая, то будет небольшое количество  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^{-}$  разлагающееся на  $CO_3^{2-}$  после нагревания в кастрюле с водой и далее гидролизуется с образованием OH. Поэтому щелочность в воде в котлах в основном присутствует в виде  $CO_3^{2-}$  и OH.

Карбонатная жесткость составляет как щелочность, так и часть жесткости. Если в котел поступает вода, содержащая карбонатную жесткость, то щелочность воды в котле будет снижаться за счет образования карбонатной накипи или водяного шлака, если в качестве исходной воды в котле используется умягченная вода, то поскольку умягченная вода только удаляет жесткость и сохраняет щелочность, по мере испарения и концентрирования воды в котле щелочность будет соответственно увеличиваться. Поэтому при слишком высокой щелочности воды в котлах требуется умягчительно-щелочная обработка.

#### (4) Связь между жесткостью и щелочностью

Жесткость и щелочность природной воды имеют следующие три варианта:

а) Жесткость больше щелочности: В такой воде  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  сначала образуют карбонатную жесткость с  $HCO_3^-$ , а остальные  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  и другие анионы, такие как  $SO_4^{-2}$ , Cl, образуют некарбонатную

жесткость, в большинстве природных вод это так и есть;

- б) жесткость равна щелочности: в такой воде все  $Ca^{2^+}$ ,  $Mg^{2^+}$  и  $HCO_3^-$  образуют карбонатную жесткость, в это время нет ни некарбонатной жесткости, ни остаточной щелочности, что редко встречается в природной воде;
- в) Щелочность больше, чем жесткость: Такая вода называется щелочной. Все  $Ca^{2^+}$  и  $Mg^{2^+}$  образуют карбонатную жесткость с  $HCO_3$ , а оставшаяся часть  $HCO_3$  образует натриевокалиевую щелочность с  $Na^+$  и  $K^+$ , также известную как отрицательная жесткость. Такая вода практически не имеет некарбонатной жесткости и называется отрицательной жесткостью или щелочной водой, такая природная вода существует только в некоторых районах земли.

#### (5) Единица измерения жесткости и щелочности

Существуют три широко используемые единицы измерения жесткости и щелочности, которые описываются следующим образом:

а) Выражается в миллимолях/литр (ммоль/л)

Стандарт GB/T 1576 «Качество воды для промышленных котлов» предусматривает, что жесткость и щелочность в показателях качества котловой воды измеряются в ммоль/л, а основной единицей являются одновалентные ионы, то есть базовой единицей жесткости является:  $1/2 \text{ Ca}^{2+}$ ,  $1/2 \text{Mg}^{2+}$ , основными единицами щелочности являются: OH-,  $1/2 \text{CO}_3^{-2}$ ,  $1/2 \text{Mg}^{2-1}$ , основными единицами щелочности являются: OH-,  $1/2 \text{CO}_3^{-2}$ ,  $1/2 \text{Mg}^{2-1}$ , основными единицами щелочности являются: OH-,  $1/2 \text{CO}_3^{-2}$ ,  $1/2 \text{Mg}^{2-1}$ , основными единицами пособности являются: OH-,  $1/2 \text{CO}_3^{-2}$ ,  $1/2 \text{Mg}^{2-1}$ , основными единицами пособности увеличения измерении жесткость воды, щелочность, рабочая обменная способность смолы и т. д. включают концепцию моля, все они принимают за основную единицу одновалентный ион. Особое внимание следует уделить сопутствующим технологическим расчетам.

б) Выражается в «немецких градусах» (°G)

Это единица измерения, которая ранее использовалась для выражения жесткости, и ее определение таково: когда концентрация ионов жесткости в пробе воды эквивалентна 10 мг/LCaO, она называется 1 немецким градусом (1°G).

Поскольку молярная масса 1/2СаО равна 28 г/моль, то:

#### 1 ммоль/л (1/2Ca<sup>2+</sup>, 1/2Mg<sup>2+</sup>)=2,8 0G

с) Выражается в мг/л СаСОЗ (частей на миллион)

Существует много данных анализа качества воды, использующих эту единицу для представления содержания жесткости, которое определяется как: когда концентрация ионов жесткости в пробе воды эквивалентна 1 мг/LCaCO<sub>3</sub>, жесткость составляет 1 ppm.

Поскольку молярная масса  $1/2CaCO_3$  составляет 50 г/моль, жесткость 1 ммоль/л эквивалентна 50 мг/ $LCaCO_3$  или 50 ppm $CaCO_3$ .

Конверсионное отношение трех вышеуказанных единиц можно выразить как:

1 ммоль/л (1/2 Ca<sup>2+</sup>, 1/2 Mg<sup>2+</sup>)=2,8 0G=50 частей на миллион (CaCO<sub>3</sub>)

#### 4.1.2.2 Основные химические свойства катионообменных смол

Принцип работы устройства для смягчения воды в основном заключается в использовании катионообменной смолы для удаления жесткости, чтобы можно было умягчить воду или смягчить и снизить содержание щелочи. Поэтому химические свойства смолы оказывают большое влияние на эффективность ионообменной обработки.

#### 1) Селективность катионообменной смолы

Обменная емкость ионообменных смол по отношению к различным ионам в растворе не одинакова: у одной и той же ионообменной смолы одни ионы легко адсорбируются и обмениваются, но трудно замещаются, а другие ионы труднее адсорбируется и обмениваются, но легче замещается, и это свойство смолы называется селективностью ионообменной смолы.

На селективность ионообменных смол влияет множество факторов, таких как тип, свойства и концентрация раствора ионообменных смол. Поскольку в процессе умягчения необходимо удалить такие катионы, как  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ , требуется катионообменная смола. По природе активных групп, играющих обменную роль в смоле, катиониты делятся на две категории: сильнокислотные катиониты и слабокислотные катиониты Порядок их селективности по отношению к различным катионам следующий:

4 Применение клапана для умягчения Runxin

а) Порядок селективности сильнокислотных катионитов по отношению к обычным катионам следующий:

$$Fe^{3+} > AI^{3+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^{+} \approx NH^{4+} > Na^{+} > H^{+}$$

б) Порядок селективности слабокислотных катионитов по отношению к обычным катионам следующий:

$$H^{+} > Fe^{3+} > Al^{3+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^{+} \approx NH^{4+} > Na^{+}$$

По селективности катионита:

- ① Fe<sup>3+</sup> и Al<sup>3+</sup> легко заменяются и поглощаются смолой, но их нелегко заменить. Если смола загрязнена адсорбцией ионов железа и алюминия, это значительно повлияет на ее обменную способность для других ионов это явление называется «отравлением» смолы. Чтобы сохранить обменную способность смолы, следует по возможности избегать загрязнения смолы ионами железа и алюминия. В случае загрязнения реанимировать путем промывки кислотой.
- ② В разбавленном растворе селективность смолы к  $Ca^{2^+}$  и  $Mg^{2^+}$  лучше, чем к  $Na^+$ . Поэтому, когда работает умягчитель воды,  $Ca^{2^+}$  и  $Mg^{2^+}$  во входящем потоке легко заменяются  $Na^+$  в смоле. В дальнейшем Na+ заменяется в смоле на  $Ca^{2^+}$  и  $Mg^{2^+}$ .
- ③ Слабокислотный катионит легче всего обменивается и адсорбирует Н⁺, поэтому после выхода из строя слабокислотного катионита его легко регенерировать кислотой. Обычно смолу можно более эффективно регенерировать, используя более низкую концентрацию раствора кислоты. Из-за слабой способности слабокислотного катионита адсорбировать №+, его трудно регенерировать солевым рассолом, поэтому при умягчении обычно используется сильнокислотный катионит; для обессоливания также необходим сильнокислотный катионит для удаления №+; и для исходной воды с высокой жесткостью и высокой щелочностью, когда для умягчения и снижения содержания щелочи используется водородно-натриевый ионообменник, в водородном ионообменнике используется слабокислотная катионообменная смола, которая имеет преимущества большой обменной емкости, низкого потребления кислоты при регенерации, низкой концентрации отработанной кислоты и простотой обработки.

Кроме того, указанная выше последовательность селективности применима только к воде с низким содержанием солей, например, в воде с высоким содержанием солей последовательность селективности будет несколько иной, и некоторые низковалентные ионы будут иметь приоритет над высоковалентными ионами. Например, при регенерации натриевого ионита в растворе соли определенной концентрации иногда обменная адсорбция Na+ смолой будет иметь преимущество перед  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ .

#### (2) Обменная способность смолы

Обменная емкость — это технический показатель, представляющий количество ионов, которыми смола может обмениваться. Обычно используются две единицы измерения: одна представляет собой единицу массы, которая обычно относится к количеству ионов, которое может быть обменено сухой ионообменной смолой на единицу массы, обычно выражаемое в ммоль/г; другая представляет собой единицу объема, которая обычно относится к единице объема, а точнее это количество влажной ионообменной смолы, способной обменивать ионы, обычно выражается в моль/м³. В практических приложениях обменная емкость обычно выражается двумя следующими способами:

- а) Общая обменная емкость: представляет собой общее количество активных групп в определенном количестве ионообменной смолы, которое отражает количество ионов, которые могут быть обменены, когда все обменные группы в смоле работают вместе. сильнокислотная катионообменная смола обычно имеет показатель ≥4,2 ммоль/г. Однако в реальной работе обменные группы в смоле не могут работать все, поэтому общая обменная емкость отражает теоретически способное к обмену количество ионов.
- b) Рабочая обменная емкость: Рабочая обменная емкость относится к количеству ионов, которыми смола может обмениваться в рабочих условиях, обычно выражаемым в единицах объёма.

На практике это очень важный и практичный показатель. Поскольку существует множество факторов, влияющих на рабочую обменную способность, даже одна и та же ионообменная смола может иметь разную рабочую обменную емкость в разных умягчителях воды. К факторам, влияющим на рабочую обменную емкость смолы, в основном относятся следующие аспекты:

- ① Размер частиц смолы. Для одной и той же смолы с одинаковым объемом чем мельче частицы, тем больше удельная поверхность и тем больше обменная емкость. Однако, если частицы слишком малы, потеря давления потока воды через слой смолы будет большой, что повлияет на производительность умягчителя воды.
- ② Высота слоя смолы. Чем выше слой смолы, тем выше коэффициент использования и больше емкость рабочего обмена. Поэтому высота слоя смолы промышленного умягчителя воды обычно не должна быть ниже 0,8 м.
- ③ Качество исходной воды. При одинаковой скорости потока но при разной степени жесткости воды, рабочая обменная емкость тоже будет отличаться.
- ④ Структура умягчителя воды. Равномерность распределения воды в умягчителе, соотношение внутреннего диаметра резервуара для смолы и высоты слоя смолы, а также метод регенерации оказывают определенное влияние на рабочую обменную способность.
- ⑤ Условия эксплуатации. Скорость потока и температура имеют большое влияние на рабочую обменную емкость: если скорость потока слишком высокая, обменная емкость будет снижаться, если температура будет увеличена, скорость ионного обмена может возрасти, тем самым увеличив рабочую обменную емкость. Поэтому целесообразно правильно контролировать скорость потока и повышать температуру при умягчении воды и регенерации смолы.
- ⑥ Кислотность и щелочность раствора. Кислотность и щелочность раствора оказывают большое влияние на процесс ионообменна. Например: для катионитов при снижении значения рН снижается активность кислотной группы смолы, а также снижается ее обменная емкость; для анионитов при снижении значения рН может ускорится диссоциация основных групп в смоле, тем самым улучшая ее обменную емкость. В системе опреснения анионообменник обычно ставится после водородно-ионного обмена, одной из причин является улучшение рабочей обменной емкости анионита.
- тепень регенерации. Большое влияние на рабочую обменную емкость оказывает степень регенерации смолы. Чем полнее регенерация, тем больше емкость обмена самой смолы. Однако в практических применениях неэкономично потреблять слишком много регенерата для полной регенерации смолы. Как правило, следует выбирать соответствующий удельный расход регенерата, который может не только лучше регенерировать смолу, но и не потреблять слишком много реагента.
- ® Качество смолы. Плохое качество самой смолы или загрязнение взвешенными веществами и органикой в процессе эксплуатации, «отравление» Fe³⁺ или окисление свободным хлором и т.п., значительно снизят рабочую обменную емкость смолы.
- (3) Обратимость реакции ионного обмена

Мягкая вода, полученная с помощью умягчителя воды, использует ионообменную смолу Na+ для удаления ионов кальция и магния, а реакция ионного обмена смолы обратима. Когда вода, содержащая жесткость, проходит через ионообменную смолу Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> вступают в ионообмен с Na+ и происходит обмена исходной воды.

Если R представляет собой ионообменную группу в смоле, RNa представляет собой натриевую смолу, а  $R_2$ Ca ( $R_2$ Mg) представляет собой неработающая смолу, формула реакции процесса производства умягчающей воды:

$$2RNa + Ca^{2+}(Mg^{2+}) \rightarrow R_2Ca(R_2Mg) + 2Na^{+}$$

Натриевая смола+жесткая вода → неработающая смола + умягченная вода

При выходе из строя ионообменной смолы для восстановления ее обменной способности необходимо регенерировать с помощью регенерирующего агента. Наиболее часто используемым регенерирующим реагентом для умягчителей воды является солевой рассол (раствор хлорида натрия), использование Na+, ионизированного NaCl для обработки неработающей смолы с помощью ионного обмена. Обратимость реакции заставляет Na+ в солевом рассоле обмениваться с  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  в смоле, чтобы восстановить смягчающую способность смолы. Формула реакции может быть выражена как:

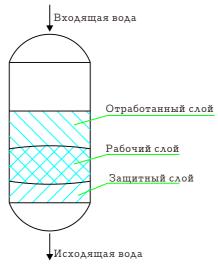
$$2Na^{+} + R_2Ca (R_2Mg) \rightarrow 2RNa + Ca^{2+} (Mg^{2+})$$

Солевой рассол + неработающая смола → Работающая смола + дренажная вода

Эти две реакции по существу являются результатом смещения химического равновесия в прямом и обратном направлениях при обратимой реакции. Можно видеть, что обратимость реакции ионного обмена является основой для замены, регенерации и повторного использования ионообменной смолы, а также принципом работы умягчителя воды.

#### 4.1.2.3 Работа умягчителя воды

Как правило, когда умягчитель воды находится в режиме работы, когда вода проходит через слой смолы сверху вниз, Ca²+ и Mg²+ вступают в реакции обмена с Na⁺, и исходная вода умягчается; Со временем верхний слой смолы вырабатывается и основной рабочий слой смешается вниз. Как показано на рис. 4-5, весь слой смолы в емкости можно разделить на три области. Верхняя часть - слой нерабочей смолы, в этом слое в результате умягчение все ионы смолы Na-типа заменятся Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>, и теряют способность к дальнейшему умягчению, вода при прохождении через этот слой уже не будет умягчаться ; слой под ним является обменным слоем, также известным как рабочий слой, когда вода проходит через этот слой, Ca<sup>2+</sup> и Mq<sup>2+</sup> вступает в реакцию с Na+ в эффективной смоле, поэтому этот слой смолы имеет как Na-тип, так и Ca, Mg-типа смолы и представляет собой эффективный смоляной слой, еще не подвергшийся обменной реакции. При срабатывании коммутатора площадь вышедшего из строя слоя продолжает увеличиваться, рабочий слой продолжает двигаться вниз, а некоммутируемая площадь соответственно уменьшается. Когда рабочий слой опускается к нижней части слоя смолы, исходная вода становится жесткими из-за проникновения Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>, поэтому для обеспечения эффективного умягчения нижний слой должен удерживать определенное количество смолы Na-типa. Основным фактором полноценный работы умягчителя является своевременная регенерация смолы.



1. Нерабочий слой 2. Рабочий слой 3. Защитный слой Рисунок 4-5 Рабочее состояние смолы в умягчителе воды

Из вышеприведенного анализа видно, что на самом деле, когда умягчитель работает до отказа, некоторые смолы в рабочем слое или защитном слое все еще находятся в натриевой форме, и эффективность ионного обмена проявляется не в полной мере, поэтому пропорция их количества во всем слое смолы меньше, чем выше коэффициент использования смолы, что также является причиной того, что увеличение высоты слоя смолы может увеличить объем производительности устройством для умягчения воды. Кроме того, при работе умягчителя воды также очевидно влияние толщины рабочего слоя ионообменника на рабочую обменную емкость. На толшину рабочего слоя влияет множество факторов, в основном это:

- а) Рабочий расход: чем выше скорость потока воды через слой смолы, тем толще рабочий слой и ниже коэффициент использования смолы;
- б) качество исходной воды: чем выше жесткость исходной воды, тем толще рабочий слой;
- в) Температура воды и частиц смолы: чем ниже температура воды и крупнее частицы смолы, тем медленнее скорость обменной реакции и тем толще должен быть рабочий слой.
- В реальной эксплуатации, когда жесткость исходной воды увеличивается, а температура снижается (к примеру, зимой), рабочий расход должен быть соответствующим образом уменьшен, чтобы рабочий слой и защитный слой не утолщались, тем самым сохраняя рабочую обменную емкость и качество получаемой воды.

#### 4.1.3 Регенерация смолы

Регенерация смолы является очень важным звеном в использовании умягчителя воды, а степень регенерации смолы существенно влияет на качество и количество получаемой. В случае хорошего качества смолы и соли в солевом баке, разумное управления процессом регенерации и эффективная регенерация смолы являются залогом стабильной работы системы умягчения в целом.

#### 4.1.3.1 Процесс регенерации

В момент когда воды на выходе из умягчителя перестает отвечать поставленным требованиям по содержанию солей жесткости следует провести регенерацию. Процесс регенерации умягчителей воды выглядит следующим образом: обратная промывка—забор солевого раствора—медленная промывка (замещающая очистка)—заполнение солевого бака—прямая промывка—работа.

#### (1)Цель каждого этапа:

- а) Обратная промывка: обратная промывка смолы предназначена для удаления взвешенных твердых частиц, шлама и других загрязнений, попавших на поверхность смолы во время работы, а также разрушенной смолы в слое смолы, помимо этого обратная промывка предназначена для взрыхление слоя смолы, уплотненного во время работы. Сила обратной промывки должна строго контролироваться. Если интенсивность промывки слишком мала, примеси в слое смолы не будут вымыты, а поверхность смолы будет покрыта загрязняющими веществами, такими как взвешенные твердые частицы или коллоидные вещества, которые в последующем будут влияют на ионный обмен смолы. Время обратной промывки зависит от мутности исходной воды или степени загрязнения смолы. Обычно обратная промывка занимает от 10 до 15 минут.
- b) Забор солевого раствора: смола регенерируется солевым раствором, Na+ в соленой воде используется для обменной реакции с Ca²+ и Mg²+ в смоле для восстановления смягчающей способности смолы. Автоматический клапан для умягчения воды забирает солевой раствор, используя давление воды на входе, всасывает солевой раствор из солевого бака через эжектор подает в резервуар для смолы для регенерации смолы. При заборе соли скорость потока должна быть низкой, чтобы соляной раствор и смола имели достаточное время контакта. Если скорость потока слишком высокая, часть рассола будет сбрасываться в дренаж, а при противоточной регенерации слои смолы будут, что повлияет на эффективность регенерации. Однако скорость потока не должна быть менее необходимого, поскольку ионный обмен смолы является обратимой реакцией, если вовремя не вывести замененные Ca²+ и Mg²+, они могут вернуться

в смолу. Поэтому если скорость подачи солевого рассола слишком медленная это может привести к неэффективной регенерации. Время забора соли зависит от таких факторов, как количество смолы, концентрация солевого рассола и скорость потока, которые будут учитываться при расчете соответствующего процесса.

- с) Медленная промывка: также известная как очистка вытеснением, после абсорбции солевого раствора следует промывка водой в том же направлении потока и с немного большей скоростью чем при заборе солевого раствора, цель медленной промывки в том, чтобы полностью использовать солевой раствор, попавший в резервуар для смолы. Реакция при удалении отработанной жидкости регенерации улучшает степень регенерации, а также сбросить в дренаж остатки отработанного солевого раствора. Время медленной промывки, как правило, должно быть близко ко времени забора солевого раствора. Но в случае противоточной регенерации, если медленная промывка выполняется проточной водой, время должно быть соответствующим образом сокращено, чтобы предотвратить попадание ионов кальция и магния в воду. По мимо всего вышесказанного, большинство клапанов для умягчения имеют общий показатель времени для забора солевого рассола и осуществления медленной, поэтому фактически время медленной промывки это время, оставшееся после забора солевого раствора.
- d) Заполнение солевого бака: поскольку солевой раствор из бака для соли высасывается при абсорбции соли, необходимо пополнить воду в баке для формирования солевого раствора, который необходим для следующей регенерации, а также для растворения твердой соли до тех пор, пока концентрация рассола не достигнет насыщения или перенасыщения (при первом использовании необходимо вручную добавить воду в солевой бак).
- е) Прямая промывка: прямая промывка выполняется с тем же направлением и скоростью потока что и в режиме работы и предназначена для дополнительного удаления остаток солевого раствора.

#### 4.1.3.2 Прямоточная и противоточная регенерация

Регенерацию смолы можно разделить на два способа: прямоточная регенерация и противоточная регенерация в зависимости от направления подачи потока солевого рассола.

#### (1)Прямоточная регенерация

Направление потока солевого рассола во время регенерации такое же, как и направление потока воды во время умягчения воды, поэтому данная регенерация называется прямоточной. Прямоточная регенерация обычно идет сверху вниз.

Поскольку солевой рассол сначала контактирует со смолой, которая полностью нерабочая и находится в верхней части резервуара, по мере продвижения солевого рассола вниз его содержания Na+ сокращается, а содержание  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  увеличивается. Из-за того, что ионный обмен является обратимым процессом данная ситуация очень неблагоприятно сказывается на смещение баланса регенерации в слоях смолы. Поэтому при последующей регенерации смола на дне резервуара плохо регенерируется, а иногда даже загрязняется регенерированными  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ , что в последующем влияет на качество умягченной воды. Чтобы улучшить эффективность регенерации смолы, необходимо увеличить количество соли, используемой для регенерации, поэтому потребление соли часто бывает относительно большим при прямоточной регенерации.

Процесс клапана с прямоточной регенерацией по расходу обычно выглядит следующим образом: работа  $\to$  обратная промывка  $\to$  забор солевого раствора и медленная промывка  $\to$  пополнение солевого раствора  $\to$  прямая промывка  $\to$  умягчение воды. Поскольку клапана с прямоточной регенераций просты в эксплуатации они пользуются наибольшей популярность в системах умягчения воды.

#### (2) Противоточная регенерация

Обратное направление солевого рассола во время регенерации называется противоточной регенерацией или конвекционной регенерацией. В настоящее время обычно используются два вида противоточной регенерации: первый вариант - направление потока воды во время работы течет сверху вниз, а солевого рассола во время регенерации течет снизу вверх, что обычно называют

противоточной регенерацией с неподвижным слоем; второй вариант - направление потока воды во время работы идет снизу вверх и используя кинетическую энергию потока воды, поднимает верхний слой смолы, а при регенерации смола опускается вниз, и солевой рассол проходит сверху вниз — обычно это называть процессом умягчения с плавающим слоем. Данный вариант подходят для непрерывной работы в промышленной водоочистке и не подходят для частых систем умягчения.

При противоточной регенерации первый контакт солевого раствора - это нижний слой с низкой степенью разрушения смолы, когда солевой раствор поступает к слою смолы с наибольшей степенью разрушения, не смотря на то что концентрация Ca2+ и Mg2+ высоки, они будут быть быстро заменяться на Na+, поэтому очень важно, чтобы баланс работающих и не работающих слоев смолы двигался в направлении потока регенерации.

Поскольку регенерация противотоком особенно эффективна по отношению с нижним слоям смолы, даже в случаях слабой эффективности регенерации верхних слое смолы качество умягченной воды будет оставаться на прежнем уровне.

По сравнению с прямоточной регенерацией противоточная регенерация имеет преимущества высокой степени регенерации, хорошего качества умягчения воды, низкого удельного расхода солевого раствора и большой рабочей обменной емкости. Однако прямоточная регенерация имеет преимущества простого оборудования, удобного управления регенерацией и возможностью автоматического управления. Кроме того, необходимы два предварительных условия, чтобы отразить преимущества противоточной регенерации: первое состоит в том, что смола не может быть нарушена (явление, при котором разрушенный слой (верхний слой) и защитный слой (нижний слой) смолы нарушаются из-за быстрого потока воды снизу вверх во время регенерации. Во-вторых, для регенерации и последующей медленной промывки следует использовать умягченную воду. Если используется вода с более высокой жесткостью на входе, легко повредить смолу нижнего защитного слоя и что приведет к понижению качества воды на выходе. Чтобы избежать обратной промывки перед каждой регенерацией (чтобы сделать смолу турбулентной), некоторые умягчители воды используют обратную промывку с интервалами в несколько циклов и используют мягкую воду для регенерации и медленной промывки, но для этого требуются более сложные схемы обвязки систем умягчения, так же установка специальных контроллеров. В автоматических умягчителях воды чаще используется прямоточная регенерация.

Принцип работы клапана умягчения с противоточной регенерацией выглядит следующим образом: работа  $\rightarrow$  обратная промывка (некоторые клапаны умягчения могут быть настроены на обратную промывку один раз в несколько циклов)  $\rightarrow$  забор солевого раствора и медленная промывка  $\rightarrow$  пополнение солевого бака  $\rightarrow$  обычная промывка  $\rightarrow$  умягчение. Направление потока жидкости во время регенерации и медленной промывки противоположно направлению потоку воды во время работы. Чтобы предотвратить турбулентный слой, скорость потока регенерации и медленной промывки при противоточной регенерации ниже, чем при прямоточной регенерации (необходимо контролировать скорость потока в диапазоне 2 м/ч  $\sim$  4 м/ч).

В настоящее время существуют также умягчители воды с противоточной регенерацией, в которые загружается до 95% смолы от общей высоты емкости, оставшиеся место используется как расширительное пространство для регенерации смолы. Во время поцесса регенерации можно пропустить этап обратной промывки настройка будет выглядеть следующим образом: (остановка умягчения) → абсорбция соли и медленная промывка → пополнение солевого бака → прямая промывка → запуск системы. Хотя направление потока жидкости при заборе солевого раствора и медленной промывке идет снизу вверх, из-за меньшего пространства для движения смолы и сокращении стадии обратной промывки можно избежать турбулентного слоя смолы, а скорость потока при заборе солевого раствора и медленной промывке может быть такой же, как и при последующей регенерации (4 м/ч ~ 6 м/ч), что может сыграть определенную роль в разрыхлении смолы. Данные операции не только сокращают общее время регенерации, но также

улучшить эффективность регенерации и качество умягченной воды. Однако этот метод предъявляет высокие требования к мутности поступающей воды: перед умягчителем необходимо установить фильтр, чтобы мутность поступающей воды в умягчитель была ниже 2NTU, а водораспределение внутри емкости должно быть равномерным. Кроме того, давление воды на входе не должно быть слишком большим, иначе слой смолы будет слишком плотным во время работы, и его будет трудно разрыхлить во время регенерации, что не способствует ионному обмену, а также повлияет на эффективность регенерации и качество умягчения воды. В определенных случаях после умягчения в течение определенного периода времени необходимо извлечь смолу для очистки для избежания слишком плотного слоя смолы, что и является основным недостатком в системах с противоточной регенерацией.

#### (3)Взвешенный слой

Регенерация взвешенного слоя также относится к противоточной регенерации, но направление потока жидкости противоположно направлению противоточной регенерации с неподвижным слоем: при прохождении воды снизу вверх смола целиком поднимается к верхней части емкости, и возвращается в момент, когда поток солевого раствора идет сверху в низ. Таким образом, рабочий процесс клапана умягчения с плавающим слоем обычно устанавливается следующим образом: умягчение  $\rightarrow$  опускание слоя (сброс дренажа может этому способствовать)  $\to$  забор солевого раствора и медленная очистка  $\to$  пополнение солевого бака  $\rightarrow$  формирование слоя и промывка (снизу вверх)  $\rightarrow$  умягчение. Кроме того, для забора солевого раствора и медленной промывки следует использовать деминерализованную воду, иначе смола на верхнем слое, скорее всего, окажется в нерабочем состоянии, что скажется на качестве умягчения воды. Если клапан умягчения Runxin используется для управления потоками в взвешенном слое в одной емкости, то с помощью водяного насоса заполняется солевой бак умягченной водой, а также умягченная вода используется для медленной промывки. Если клапан умягчения используется для систем с взвешенным слоем одновременно с двумя емкостями, то умягченная вода из работающей емкости используется для заполнения солевого бака и медленной промывки во время регенерации другого резервуара, что способствует эффективной регенерации смолы.

Направление потока в системах с взвешенным слоем показано на рис. 4-6:



Рисунок 4-6 Направление потоков в взвешенном слое во время регенерации

После выработки ресурса смолы начинается процесс регенерации, для этого следует переместить слои смолы в нижнюю часть емкости. Существует два способа перемещения взвешенного слоя:

- а) Дренаж и перенаправление смолы к нижней части емкости: после остановки работы на короткое время открывается дренаж для того, чтобы слой смолы поэтапно опустился в нижнюю часть емкости. Обратите внимание, что время дренажа не должно превышать 1 минуту, чтобы уровень воды в емкости со смолой не опускался ниже слоя смолы. Этот метод перенаправления смолы к нижней части емкости осуществляется достаточно быстро, и не несет значительного нарушения в слоях смолы. Данный способ подходит для взвешенных засыпок с высокой водяной подушкой.
- б) Перемещение взвешенного слоя с помощью гравитации: после остановки работы используйте гравитацию самого слоя смолы, чтобы естественным образом переместить его вниз емкости обычно это занимает 2-3 минуты. Этот метод перемещения является медленным и подходит для взвешенных слоев с низкой водяной подушкой и без дренажного клапана, установленного на дне емкости.

Взвешенный слой требует равномерного распределения воды вверх и вниз, а смола в целом должна подниматься и плавать с относительно высокой скоростью потока во время работы (обычно слой формируется при скорости потока 20 м/ч ~ 30 м/ч, а рабочий расход можно увеличить до 20 м/ч ~ 60 м/ч). Если распределение воды неравномерное или скорость потока низкая, слой смолы всплывет, а также станет рыхлым и рассыпчатым, что влияет на качество умягчаемой воды. Поэтому конфигурация умягчительного клапана должна учитывать влияние низкого давления воды на входе.

#### Преимущества и недостатки взвешенных слоев.

#### а) Преимущества

- ① Высокий рабочий расход и большая производительность: взвешенный слой обеспечивает работу с высокой скоростью потока, поэтому производительность взвешенного слоя намного больше, чем у обычного неподвижного слоя при том же объеме емкости.
- ② Удельный расход регенеранта низкий, а качество умягченной воды хорошее: удельный расход регенеранта плавающего слоя обычно составляет от 1,1 до 1,4, а коэффициент использования регенеранта составляет от 70% до 90%. В то же время, благодаря использованию регенерации мягкой воды, защитный слой в смоле всегда поддерживает хорошую степень регенерации, поэтому качество сточных вод всегда отвечает поставленным требованиям, а содержание жесткости воды можно адаптировать согласно требованию к умягчаемой воде.
- ③Конструкция основного оборудования проста, а работа удобна: во время регенерации выполняется несколько операций, а поскольку солевой раствор течет сверху вниз, нет необходимости беспокоиться о турбулентном слое во время регенерации.

#### б) Недостатки

- ① Примеси и грязь в смоле нелегко очистить, и смолу приходиться очищать дополнительно: количество смолы в взвешенном слое достигает около 90% объема резервуара, поэтому не хватает места для обратной промывки, в результате этого примеси в смоле не могут быть удалены при регенерации. Разрушенная смола вымывается, поэтому к плавающему слою предъявляются высокие требования по мутности к поступающей воде. Через определенное количество времени смолу нужно перемещать в другие емкости для дополнительной очистки.
- ② Не подходит для работы со слишком частыми остановками и запусками: плавающий слой должен иметь возможность работать непрерывно после формирования слоя, до тех пор, пока слой не опуститься вниз и не процесс регенерации. Если процесс умягчения останавливать и запускать слишком часто, это вызовет турбулентность слоев разной степени в процессе формирования и оседания, что отразится на качестве умягчаемой воды (если требования к жесткости

исходной вод не будут жесткими, воздействие не будет быть значительным). Кроме того, взвешенный слой требует определенного давления воды на входе и давление должно быть максимально стабильным. Если давление на входе слишком низкое, то не получится сформировать хороший слой, что также существенно повлияет на качество умягчаемой воды.

#### 4.1.3.4 Факторы, влияющие на эффективность регенерации

Существует много факторов, влияющих на эффективность регенерации устройства для умягчения воды.

#### (1)Метод регенерации

Как упоминалось выше, если противоточная регенерация может гарантировать, что слой смолы не будет турбулентным, и если для солевого раствора и медленной промывки используется мягкая вода, эффект регенерации будет лучше.

#### (2)Количество соли, используемой для регенерации

Количество соли является важным фактором, влияющим на степень регенерации устройства для умягчения воды, и имеет прямое отношение к восстановлению емкости смолы. Недостаточный расход соли или слишком низкая концентрация солевого рассола, низкая регенерация смолы, снижение рабочей обменной емкости, сокращение цикла производства воды, все это может влиять на качество умягчаемой воды; соответствующее увеличение удельного расхода регенеранта может улучшить степень регенерации смолы, но после увеличения до определенного количества степень регенерации значительно не улучшится. Если количество соли увеличить, это приведет к перерасходу, поэтому использование слишком большого количества солевого раствора является неэкономичным.

#### (3)Давление воды на входе

Когда автоматический умягчитель переходит в режим регенерации, солевой раствор в солевом баке обычно всасывается и разбавляется до определенной концентрации через эжектор с помощью давления воды на входе, а затем поступает в емкость со смолой для регенерации смолы. Давление воды на входе должно соответствовать конструктивным требованиям клапана умягчения. Если давление слишком низкое, это повлияет на забор солевого раствора, и может привести к низкой концентрации солевого раствора в результате чего эффективность регенерации будет снижена. В случаях, когда давление воды на входе слишком низкое, следует установить насос для повышения давления. Если давление воды не стабильное, следует установить устройство стабилизации давления и манометр, чтобы обеспечить стабильность скорости и количества абсорбции солевого рассола.

#### (4) Концентрация солевого рассола и конфигурация эжектора

Соответствующее увеличение концентрации рассола в определенном диапазоне может улучшить степень регенерации, но после того, как концентрация достигнет определенного уровня, дальнейшее увеличение концентрации рассола не только не улучшит степень регенерации, а наоборот, приведет к снижению емкости смолы, к тому же приведет к большому расходу соли. Как правило, концентрацию соляного раствора, следует поддерживать на уровне от 6% до 10% при прямоточной регенерации и от 5% до 8% во время противоточной регенерации. Чтобы гарантировать, что концентрация рассола контролируется в соответствующем диапазоне, должны быть выполнены три условия: во-первых, концентрация солевого рассола в солевом баке должна поддерживаться насыщенной или перенасыщенной (как правило, в солевом баке всегда должны быть твердые частицы соли); во-вторых, должен быть подобран верный эжектор; в-третьих, давление воды на входе должно отвечать техническим требованиям использования клапана.

#### (5)Скорость потока при абсорбции соли и медленной промывке

Скорость, с которой солевой рассол протекает через слой смолы при абсорбции соли, является важным фактором, влияющим на степень регенерации. По существу, для поддержания надлежащей скорости потока существует соответствующее время контакта между регенерирующей жидкостью и смолой, чтобы обеспечить полное проведение обменной реакции

регенерации и максимально использовать солевой раствор.

При регенерации очень важно контролировать определенный расход. Если скорость потока слишком высока, время контакта между солевым раствором и смолой слишком короткое, и реакция обмена не будет полноценной, что не только влияет на эффективность регенерации, но и также бесполезно расходует соль. Для противоточной регенерации слишком высокая скорость потока также может вызвать образование турбулентных слоев. Как правило, в случае прямоточной и противоточной регенерации с взвешенным слоем солевой рассол подается сверху вниз, и слои смола не будет турбулентны. Скорость потока во время забора солевого раствора и медленной промывки следует контролировать на уровне  $4 \text{ м/ч} \sim 6 \text{ м/ч}$ . ; чтобы предотвратить турбулентность слоев смолы, его следует контролировать на уровне  $2 \text{ м/ч} \sim 4 \text{ м/ч}$ .

#### (6)Высота раствора соли в баке для соли

В нормальных условиях устройство для умягчения воды будет поглощать солевой раствор из солевого бака при каждой регенерации, поэтому количество соли, используемой для одной регенерации автоматического устройства для умягчения воды, в основном зависит от высоты солевого раствора после того, как солевой бак наполнен.

Количество твердой соли не имеет значения. Недостаточная высота солевого раствора и как следствие слишком малое поглощение соли во время регенерации снижает эффективность регенерации, что влияет на производительность умягчения воды в целом; слишком высокий уровень солевого раствора и длительное время забора солевого раствора не только приведут к трате соли, но и сократят время медленной промывки. Поэтому, в процессе работы умягчителя воды солевой раствор следует контролировать на должной высоте, регулируя уровня жидкости в солевом баке или время пополнения воды в солевом баке после регенерации, чтобы гарантировать, что фактическое количество соли, используемой при каждой регенерации, достаточно, и время забора солевого раствора отвечает поставленным требованиям.

#### (7)Время забора солевого раствора

Если время забора соли слишком короткое, контакт между соляным раствором и смолой будет недостаточным, что приведет к понижению эффективность регенерации. Однако время забора солевого раствора не должно быть слишком длительным. Поскольку направление потока и скорость потока при «абсорбции соли» и «медленной промывке (т. уровень солевого раствора в солевом баке слишком высок, а время поглощения соли длительное, время медленной промывки будет сокращено, что может привести к неполной промывке смолы во время обычной промывки, что в свою очередь приведет к высокому содержание ионов хлора в умягченной воде при запуске умягчителя после промывки.

#### (8)Регенерирующая соль

Чистота хлорида натрия в регенерирующей соли также оказывает большое влияние на степень регенерации смолы и качество получаемой воды. Если в соли много примесей, особенно высокое содержание ионов кальция и магния, то эффективность регенерации и качество исходящей воды. Помимо всего, если жесткость воды исходной воды высока, для регенерации воды следует использовать умягченную воду (включая повторное наполнение солевого бака), в противном случае следует использовать исходную воду высокой жесткости для растворения соли, что приведет к повышению содержания ионов кальция и магния в солевом рассоле, что повлияет на регенерацию.

В качестве регенерирующей соли автоматического умягчителя воды лучше всего использовать специально изготовленную мелкую сферическую соль или крупнозернистую техническую соль, а не рафинированную мелкую соль или йодированную поваренную соль. Когда мелкая соль перенасыщена, она легко агломерируется и образует «соляной мостик», что приводит к недостаточному растворению соли, и что в свою очередь приводит к недостаточной концентрации солевого рассола и повлияет на эффективность регенерации. Когда давление воды на входе высокое, мелкая соль может даже попадать в солевой трубопровод и эжектор, вызывая закупорку мелких отверстий; йодированная соль может легко окислить смолу и повлиять на ее срок службы.

#### (9) Температура

Температура оказывает большое влияние на скорость реакции ионного обмена. Чем ниже температура, тем медленнее реакция. Поэтому, когда зимой температура воды низкая, скорость регенерации и рабочий расход следует соответствующим образом уменьшить.

#### (10)Жесткость поступающей воды

Как правило, водоснабжение резервуара для соли в умягчителе воды в основном состоит из поступающей воды. Если жесткость поступающей воды высока, жесткость соленой воды также будет увеличиваться, что повлияет на эффективность регенерации. Кроме того, для противоточного регенеративного умягчителя поступающая вода выходит из нижнего водораспределителя, чтобы медленная промывка осуществлялась снижу в верх. Если жесткость поступающей воды высока, смола нижнего защитного слоя может разрушиться во время медленной промывки, а жесткость умягченной воды на начальном этапе умягчения будет завышенной. Поэтому в случае высокой жесткости исходной воды лучше всего использовать деминерализованную воду в процессе регенерации (т.е. при забор солевого рассола, медленной промывке и пополнении солевого бака).

#### 4.2 Классификация и выбор систем умягчения воды

Тип и производительность оборудования систем автоматического умягчения воды в основном зависят от характеристик клапана умягчения. В соответствии с составом умягчителя воды и количеством емкостей для смолы, контролируемых клапаном умягчения, автоматические умягчители воды включают в себя клапана, которые могут управлять одной, двумя, тремя и более емкостями.

#### 4.2.1 Система умягчения воды с одним клапаном и одной емкостью.

Клапан умягчения управляет одной емкостью для смолы, и представляет собой простейшую систему очистки умягченной воды. Так как в подобных системах при регенерации нельзя получить мягкую воду, данные системы умягчения подходят только для котлов и другого оборудования со стабильным водопотреблением и периодической работой. Для оборудования, которое требует постоянного использования умягченной воды, например, для бойлеров, которым требуется непрерывная подача воды, должен быть установлен умягчитель воды с производительностью воды больше, чем у оборудования, которое потребляет умягченную воду так же емкость с умягченной водой, которая сможет подавать воду в течение более 2 часов (например, если водопотребление оборудования 4м3/ч, требуется бак с умягченной воды не менее 8м3) для обеспечения достаточного количества умягченной воды для котла во время регенерации умягчителя воды; или путем настройки двух систем с одним клапаном и одной емкостью в режим непрерывной подачи воды, т.е. когда один клапан находится в режиме регенерации, второй клапана продолжает умягчать воду.

Кроме того, системы с одним клапаном и одной емкостью так же можно разделить на системы с байпасом и без байпаса. Системы, оборудованные байпасом, помогают избежать нехватки воды в водяном оборудовании. При регенерации входящая вода будет напрямую через байпас попадать водопотребляющее оборудование, то есть вода во время регенерации будет являться жесткой водой. Данный вариант работы предназначен для оборудования, не предъявляющего высоких требований к умягченной воде и позволяющего кратковременно использовать жесткую воду, но не подходит для котлов и другого оборудования, предъявляющего жесткие требования к жесткости умягченной воды. GB/T 18300 «Технические условия для автоматически управляемого ионообменника натрия» предусматривает, что для умягчителя воды, используемого в котлах, не должно быть жесткой воды, вытекающей из системы умягчения во время процесса регенерации. Поэтому умягчитель, используемый для котла, должен быть оснащен клапаном умягчения без подачи воды во время регенерации. Если обнаруживается что во время регенерации из клапана управления исходит вода, то следует установить соленоидный, чтобы предотвратить попадание жесткой воды для защиты оборудования. Если

жесткость воды превышает норму, это приведет к образованию накипи в котле.

#### 4.2.2 Система умягчения воды с одним клапаном и двумя емкостями

В данном случае две емкости со смолой управляются одним клапаном. Когда одна емкость для смолы работает, другая емкость со смолой находится в состоянии регенерации или в режиме ожидания. Система умягчения воды с одним клапаном и двумя емкостями может непрерывно умягчать воду и может использоваться для котлов и другого оборудования, требующего непрерывной подачи воды, в тоже время две емкости со смолой имеют общий солевой бак. С точки зрения экономии установка систем умягчения имеющих две емкости и одни управляющий клапан более выгоднее чем установка системы умягчения с одной емкость и одним клапаном.

При использовании умягчителя воды с одним клапаном и двумя емкостями, если жесткость исходной воды невелика, цикл умягчения воды будет длительным, в некоторых случаях время ожидания емкости с регенерированной смолой будет длительным, по этой причине зачастую можно столкнуться с ситуацией что при начале процесса умягчения жесткость умягченной воды может не отвечать требованиям. Чтобы решить эту проблему, клапан умягчения, используемый в умягчителе воды с одним клапаном и двумя емкостями, часто использует метод задержки прямой промывки, то есть емкости для смолы, в которой идет процесс регенерации приостанавливается после пополнения солевого бака до тех пор, пока другая емкость для смолы близка к концу работы и переходит в режим обратной промывки. Данный метод помогает избежать проблема с качеством умягченной воды в момент запуска системы умягчения.

### 4.2.3 Система умягчения воды с одним клапаном и тремя емкостями, работающих последовательно

Система умягчения воды с одним клапаном и тремя емкостями, работающих последовательно, в основном используется для исходной воды с высокой жесткостью (жесткость более 6 ммоль/л) или при особо высоких требованиях к жесткости исходной воды (требуемая жесткость менее 0,01 ммоль/л) и вторичного умягчения воды. Как правило, вторичное умягчение требует последовательной работы двух умягчителей воды, (для задач, где требуется непрерывная подача воды), чтобы обеспечить подачу воды во время регенерации, умягчители воды должны быть оснащены двумя комплектами последовательного оборудования, то есть четырьмя умягчителями воды сред которых 2 системы соединены последовательно а 2 системы находятся в режиме работы и ожидания.

Коффиэциент полезного действия, в подобных системах достаточно низкий. Клапан разработанный компанией Runxin позволяет управлять сразу тремя емкостями со смолой одновременно, а так же может осуществлять последовательные операции по умягчению и регенерации, что не только улучшить коэффициент использования умягчителя воды, но и снижает себестоимость самой системы умягчения. Последовательный режим работы с одним клапаном и тремя резервуарами выглядит следующих образом: один клапан умягчения автоматически управляет тремя емкостями для смолы (например, пронумерованными А, В, С соответственно), когда А и В работают последовательно (то есть вода из А поступает в Б для вторичного умягчения), С регенерируется или находится в резервном состоянии, при увеличении жесткости исходной воды первой ступени А до определенного значения она прекращает умягчение, и одновременно запускает емкость С (в это время, Б переходит на первую ступень, а С становиться второй ступенью умягчения), А в свою очередь готовится к регенерации. Таким образом, А, В и С по очереди выполняют первый и второй этапы работы и регенерацию по очереди, что помогает не только обеспечить требуемую жесткость воды, но и улучшить коэффициент использования смолы. Следует отметить, что емкость для смолы первой ступени нельзя использовать до тех пор, пока жесткость исходной воды не достигнет определенного значения. Во-первых, поскольку завышенная жесткость исходной вод в первой ступени может привести к повышению жесткости во второй ступени. Во-вторых, в случае высокой жесткости смолу будет достаточно сложно регенерировать.

#### 4.2.4 Система умягченной воды с множеством клапанов и емкостей.

Система умягченной воды с множеством клапанов и емкостей – это система умягчения воды, которая может осуществлять одновременную подачу воды и раздельную регенерацию нескольких резервуаров.

Когда объем производства воды превышает 50 м³/ч, можно использовать многоклапанную параллельную систему с несколькими емкостями или последовательно-параллельную систему умягчения. То есть система очистки умягченной воды состоит из нескольких умягчителей воды. параллельно с общим объемом производства воды, отвечающим требованиям водоснабжения. Через блокирующее устройство микрокомпьютер управляет регенерацией одной из емкостей для смолы, чтобы обеспечить качество воды и постоянное умягчение воды. Поскольку система с одним клапаном с одной емкостью не может обеспечить непрерывную подачу воды, для котлов и другого водопотребляющего оборудования, требующего непрерывного водоснабжения, обычно применяют два комплекта систем с одним клапаном и одной емкостью. Для системы водоподготовки, которая требует большой производительности воды, также может использоваться система с несколькими емкостями. Например, система водоподготовки, которая требует непрерывной производительности воды 100 м3/ч, может быть оснащена 3 комплектами систем с одним клапаном и одной емкостью с производительностью воды 50 м³/ч. Блокировка осуществляет подачу воды не менее чем на две системы для обеспечения нужного объёма. Учитывая, что регенерация умягчителя воды занимает около 2 часов, рекомендуется не использовать более 4 комплектов систем с одним клапаном и одной емкостью, чтобы предотвратить остановку подачи умягченной воды.

#### 4.3 Технологический расчет умягчителя воды

#### 4.3.1 Настройка цикла умягчения воды

Очень важно правильно установить и отрегулировать цикл регенерации клапана. Если настройка сделана не верно, есть вероятность того, что слой смолы разрушился, по причине того, что регенерация была выполнена не вовремя, в результате того что жесткость исходной воды превысила допустимый стандарт; или слой смолы не разрушился, но был регенерирован ранее положенного времени, что приводит в увеличению расхода солевого раствора и общего расхода воды.

Не смотря на то что клапан обычно уже на заводе настроен на различные параметры процесса регенерации, но в определенных случаях нужно самостоятельно сделать настройку клапана уже на месте монтажа системы умягчения. В любом случае перед установкой и настройкой клапана необходимо получить химический анализ исходной воды. Изменения в требованиях к качеству воды, водопотреблении оборудования и других факторах должны своевременно корректироваться. Кроме того, во время работы оператор должен периодически брать пробы и проверять, соответствует ли жесткость исходной воды требованиям. Если жесткость воды неудовлетворительна, следует вовремя выяснить причину, отрегулировать настройку регенерации, заменить смолу или заменить умягчитель воды.

#### (1)Расчет периода умягчения воды

Периодический объем производства воды умягчителя можно оценить по формуле (4-1) в зависимости от количества смолы и общей жесткости, которую можно удалить. Для проточного умягчителя объем периодического производства воды может быть установить непосредственно в соответствии с предполагаемым результатом.

$$Q = \frac{V_R \times E}{YD \times K} (4 - 1)$$

Данные в формуле: Q — количество умягченной воды, произведенное установкой умягчения за рабочий цикл, т или м³;

 $V_R$  — объем смолы в емкости,  $M^3$ ;

 $(V_R = \pi \times R^2 \times h_R$ , где R — радиус внутренней стенки емкости со смолой, м;  $h_R$  — высота заполнения смолой, м)

E — рабочая обменная емкость смолы, моль/м³. Как правило, новая ионообменная смола натрия может быть рассчитана при 1000 моль/м³~1200моль/м³, а старая смола может быть рассчитана при 800моль/м³~1000моль/м³;

К — коэффициент запаса, необходимый для того, чтобы жесткость умягченной воды не превышала норму на более позднем этапе эксплуатации, обычно от 1,1 до 1,8 (при высокой жесткости исходной воды или большом расходе принимают большее значение, в противном случае берется меньшее значение);

YD — средняя общая жесткость поступающей воды, ммоль/л (Примечание: основная единица жесткости  $1/2Ca^{2+}$ ,  $1/2Mg^{2+}$ );

#### (2)Расчет периода умягчения воды в клапанах по времени

Время работы (дни или часы) автоматического клапана по времени можно оценить в соответствии с такими факторами, как объём умягчаемой воды и среднесуточное потребление умягченной воды. Как правило, количество дней работы можно оценить по формуле (4-2), а количество часов по формуле (4-3). :

$$d = \frac{V_R \times E}{YD \times K \times Q_t \times T} = \frac{Q}{Q_t \times T}? (день, как целая единица) \quad (4-2)$$

$$t = \frac{V_R \times E}{YD \times K \times Q_t} = \frac{Q}{Q_t} (часы) \quad (4-3)$$

Данные в формуле: d — количество дней, которые можно эксплуатировать систему после регенерации, d;

 $Q_t$  — умягчение воды в единицу времени (для воды для котла также может быть аппроксимировано испарением котла), t/h под единицей времени здесь понимаются часы

T — суточное умягчение воды (часы) или суточное потребление котла, h/d; t — умягчение после регенерации (в часах), h;

Остальные данные такие же, как в формуле (4-1).

**Пример 4-1** Система умягчения с одним клапаном и двумя емкостями, каждый из двух емкостей для смолы заполнен смолой по 250 л, а средняя жесткость поступающей воды составляет 4,0 ммоль/л. обменная емкость смолы составляет 1000 моль/м3. Если коэффициент безопасности равен 1,4, сколько воды сможет умягчить такая установка до регенерации?

$$Q = \frac{V_R \times E}{YD \times K} = \frac{0.25 \times 1000}{4.0 \times 1.4} \approx 44.6 \text{ m}^3$$

Расход указан без чисел после запятой, во избежание превышения жесткости воды. Перед регенерацией рекомендуется установить периодический объем умягчения воды равным 44 м3. Пример 4-2 Котел, работающий на жидком топливе, с производительностью испарения 2 т/ч, оснащен автоматическим умягчителем воды, содержащим 0,15 м3 смолы. Котел фактически работает около 10 часов в день. Если жесткость сырой воды составляет 2,6 ммоль/л, необходимо установить систему умягчения через сколько дней проводить регенерацию? (Коэффициент безопасности принят равным 1,2)

$$d = \frac{V_{R} \times E}{YD \times K \times Q_{d} \times T} = \frac{0.15 \times 1000}{2.6 \times 1.2 \times 2 \times 10} = 2.4$$

Чтобы обеспечить безопасную работу котла и не допустить превышения параметра жесткости, целое число следует округлить по результату расчета, а регенерацию проводить раз в 2 дня (то есть через день).

#### 4 Применение клапана для умягчения Runxin

#### 4.3.2 Расчет регенерации

#### 4.3.2.1 Оценка расхода соли на первичную регенерацию

Количество соли, добавляемой в солевой бак автоматического умягчителя воды, часто можно регенерировать несколько раз вместо того, чтобы добавлять соль для каждой регенерации, но все же необходимо оценить количество соли (mz), необходимое для одной регенерации, по формуле (4-4) Для оценки времени растворения соли и оценки рациональности фактического потребления соли.

$$m_z = \frac{V_R \times E \times k \times M}{1000\varepsilon} \tag{4-4}$$

Данные в формуле: тз - количество соли, необходимое для одной регенерации, кг;

VR - объем смолы в емкости, м<sup>3</sup>;

E — Рабочая обменная емкость смолы, обычной натриевой ионообменной смолы, составляет (800 ~ 1200) моль/м³, обычно рассчитывается как 1000 моль/м3;

k — удельный расход регенеранта, для натрийионита обычно составляет 1,2—1,7 при противоточной регенерации и 1,8—2,2 при прямоточной регенерации;

М— молярная масса регенеранта, при регенерации солью NaCl — 58,5;

ε—— Чистота регенеранта, обычно содержание NaCl в поваренной или технической соли составляет от 95% до 98%.

#### 4.3.2.2 Расчет необходимой высоты солевого раствора в солевом баке

При условии, что в солевом баке имеется твердая соль и заданное время поглощения соли достаточно, фактическое количество соли, используемой для регенерации автоматического умягчителя воды, в основном зависит от высоты солевого раствора в солевом баке. Концентрация насыщенного солевого рассола при комнатной температуре составляет 26,3 %, поэтому для растворения 1 кг соли в насыщенный раствор требуется около 2,8 л воды, а уровень солевого рассола, необходимый для пополнения водой в солевом баке, можно оценить по формуле (4-5):

$$H = \frac{2.8 \times m_{cz} \times 10^{-3}}{\pi \times R_{y}^{2}}$$
 (4-5)

Данные в формуле: Н — высота уровня жидкости после пополнения солевого бака м;

 $\mathrm{m}_{\scriptscriptstyle \mathrm{cz}}$  — количество хлорида натрия в соли, необходимое для одной регенерации

R<sub>v</sub> — радиус внутренней стенки соляного бака, м.

#### 4.3.2.3 Оценка времени поглощения солей при регенерации

 $(m_{cz}=m_{z}\times\epsilon)$ , KF;

Когда количество соли, используемой для регенерации, и скорость потока регенерации определены, теоретическое значение времени абсорбции соли можно оценить по формуле (4-6). Поскольку автоматический умягчитель воды всасывает соль в емкость для смолы через эжектор и разбавляет ее, фактический расход соли, а также концентрация и объем разбавленного рассола связаны с регулирующим клапаном, эжектором и впускным отверстием, а также давлением в умягчителе. В руководстве пользователя Runxin для каждого клапана можно подобрать эжектор в соответствии с диаметром резервуара для смолы, после чего узнать соответствующий объем солевого рассола и скорость потока соли, и в результате высчитать время с которой необходимо делать регенерацию.

$$t = \frac{60 \times V_z}{S \times V} \quad min \tag{4-6}$$

$$V_z = \frac{m_{cz}}{C \times \rho \times 10^3} m^3$$

Данные в формуле: t — время поглощения солей при регенерации, мин;

 ${\sf B_3}$  — объем солевого рассола, поступающего в емкость со смолой после

S — площадь поперечного сечения смоляного слоя, м<sup>2</sup>;

v — расход солевого раствора, м/ч;

 ${
m m}_{_{xs}}$  – количество хлорида натрия в соли, необходимое для одной регенерации

 $(m_{x3}=m_z×ε)$ , κΓ;

разбавления, м<sup>3</sup>;

С - концентрация солевого рассола, поступающего в емкость со смолой после разбавления, % (обычно от 6% до 8%);

р—— Плотность солевого рассола, поступающего в резервуар для смолы после разбавления (<1,06, пренебрежимо мала).

**Пример 4-3:** Умягчитель воды с прямоточной регенерацией, внутренний диаметр емкости для смолы составляет 0.5 метра, а высота заполнения смолой составляет 1.4 метра; через установленный клапан и согласно руководству пользователя, можно установить, что концентрация солевого раствора при регенерации находится на уровне 6%, скорость потока соли  $5 \text{ м}^3$ /ч.

Вопрос: Сколько кг технической соли с содержанием хлорида натрия 96% требуется для одной регенерации? Если внутренний диаметр резервуара для соли составляет 0,3 м, какова подходящая высота для пополнения водой солевого бака после регенерации? С каким интервалом по времени должен проходить забор солевого раствора?

#### Ответ:

① Объем смолы для умягчения воды: V<sub>R</sub>=3,14×0,25<sup>2</sup>×1,4≈0,27 м<sup>3</sup>

Коэффициент регенерации составляет 2, рабочая обменная емкость смолы рассчитывается как 1000 моль/м³, а количество соли, необходимое для одной регенерации, составляет:

$$m_z = \frac{V_R \times E \times k \times M}{1000\epsilon} = \frac{0.27 \times 1000 \times 2 \times 58.5}{1000 \times 96\%} \approx 33 kg$$

② Содержание чистого хлорида натрия в соли для первичной регенерации составляет mcz=33×96%≈32 кг, а подходящая высота воды в солевом баке:

$$H = \frac{2.8 \times m_{ex} \times 10^{-3}}{\pi \times R_{y}^{2}} = \frac{2.8 \times 32}{3.14 \times 0.2^{2} \times 1000} \approx 0.72 \text{ m}$$

③ Площадь поперечного сечения слоя смолы в резервуаре для смолы S=3,14×(0,5/2)2≈0,2 м2, время поглощения солевого раствора смолой:

$$t = \frac{60 \times m_{cz}}{S \times v \times C \times 1000} = \frac{60 \times 32}{0.2 \times 5 \times 6\% \times 1000} = 32 \text{ min}$$

#### 4.3.2.4 Требования к основным показателям умягчителя воды

В соответствии со стандартом GB/T 18300 «Технические условия для автоматически управляемого натриевого ионообменника» основные рабочие показатели умягчителя воды показаны в таблице 4-1.

#### 4-1 Основные рабочие параметры автоматического умягчителя воды

Тип системы		Произв одит. m/h	Скорость обратной промывки m/h	Скорость забора соли и медленной промывки m/h	Скорость прямой промывки m/h	Концент рация соли %	Расход соли g/mol	Обменная емкостьс/ (mol/m³)
1я ступень	Прям. реген.	20~30	10~20	4~8	15~20	6~10	≤ 120	≥800
	Прот. реген.	' 1 20~30 I 1		2~4	15~20	5~8	≤100	≥900
	Взвеш засып	30~50	_	2~5	15∼20 <sup>d</sup>	5~8	≤100	≥900
2я ступень		≤60	10~20	4~8	20~30	5~8	_	_

<sup>1</sup> Время регенерации и абсорбции умягчителя воды, используемого для обработки умягченной воды промышленного оборудования, как правило, должно быть не менее 30 минут.

#### 4.3.3 Конструкция и выбор эжектора

В автоматическом клапане умягчения обычно установлен эжектор. При подборе емкости для смолы эжектор должен соответствовать требуемой производительности, так же следует учитывать соотношение всасывания солевого рассола и диаметра эжектора, чтобы он мог соответствуют требованиям GB/T 18300 «Технические условия на натриевый ионообменник с автоматическим управлением».

В соответствии с требованиями к концентрации солевого раствора, указанными в Таблице 4-1, эжектор, используемый для противоточного регенерационного умягчителя воды, имеет определенное соотношение между объемом забора солевого раствора и диаметром сечения эжектора (т. е. отношение скорости потока забираемого солевого раствора к расходу воды, поступающей через эжектор) должен регулироваться в пределах от 1:4,3 до 1:2,3; между объемом забора солевого раствора и диаметром сечения эжектора при противоточной регенерации регулируется в пределах от 1:3,4 до 1:1,6.

По расходу регенерирующей жидкости и диаметру (внутреннему диаметру) емкости можно рассчитать требуемый суммарный расход на выходе эжектора (то есть сумму расхода воды на входе эжектора и расхода при заборе солевого рассола). Таким образом, коэффициент поглощения и выбора эжектора определяется при проектировании системы умягчения. Выбор эжектора для разных емкостей со смолой, необходимо сделать во время подготовки технического задания, то есть во время согласования конструкции умягчителя воды.

Например, когда для последующей регенерации используется резервуар для смолы диаметром 400 мм, требуемый расход солевого раствора составляет:  $Q=v\times S=(4\sim 8)\times 3,14\times 0,2^2=(0,5\sim 1,0)$  м<sup>3</sup>/ч

Чтобы емкости со смолой разного диаметра соответствовали требованиям по забору солевого раствора и скорости потока во время регенерации, Runxin разработал различные типы регулирующих клапанов и соответствующих эжекторов для емкостей со смолой разного диаметра. Однако при фактическом выборе один и тот же тип эжектора может сочетаться с разными регулирующими клапанами (из-за разных направлений потока регулирующих клапанов, различного сопротивление воды, разного потока на выходе, разной скорость потока промывки и скорость потока пополнения солевого бака один и тот же эжектор на разных клапанах будет показывать разные показатели), и иногда одна и та же емкость может быть оснащена разными регулирующими клапанами, при подборе которых следует учитывать различные факторы, такими как качество исходной воды, давление воды на входе и фактические требования к умягчению воды.

различные факторы, такими как качество исходной воды, давление воды на входе и фактические требования к умягчению воды. Количество соли, добавляемой в солевой бак автоматического умягчителя воды, часто можно регенерировать несколько раз вместо того, чтобы добавлять соль для каждой регенерации, но все же необходимо оценить количество соли (mz), необходимое для одной регенерации, по формуле (4-4) Для оценки времени растворения соли и оценки рациональности фактического потребления соли.

#### 4.3.4 Экономическая оценка работы умягчителя воды

При нормальной работе умягчителя можно оценить его экономичность по таким показателям, как расход соли или удельный расход, рабочая обменная емкость и так далее.

#### 4.3.4.1 Расход соли на регенерацию и удельный расход

Для восстановления обменной емкости 1 моля ионообменной смолы количество (g) израсходованного регенеранта называют расходом регенеранта, а при его регенерации солевым раствором - расходом соли. Теоретически для восстановления смягчающей способности 1 моля ионообменной смолы натрия необходимо 58,5 г NaCl. Однако при фактической регенерации требуемый расход соли часто больше теоретического значения Обычно отношение фактического расхода соли при регенерации к молярной массе (т.е. теоретическому количеству) регенеранта называют удельным расходом регенеранта . Как правило, удельный расход регенеранта установки умягчения воды не должен превышать 2,5 при прямоточной регенерации и 2 при противоточной регенерации, в противном случае считается, что умягчитель считается экономически не выгодным и необходимо выяснить причины подобного расхода. Фактический расход соли на регенерацию (г/моль) и удельный расход умягчителя воды можно рассчитать по формулам (4-7) и (4-8) соответственно:

Потребление = 
$$\frac{m_{cz}}{Q(YD-YD_c)} \approx \frac{m_{cz}}{Q \times YD} g/mol$$
 (4-7)

Данные в формуле:

 $m^{^{cz}}$  — количество хлорида натрия в соли, использованное на регенерацию однократно (в пересчете на 100% NaCl), г;

Q — периодический объем умягчения воды установки м³;

YD — средняя жесткость исходной воды в водоподготовительном цикле, ммоль/л;

<sup>2</sup> В конце процесса регенерации содержание ионов хлора в сточных водах не должно превышать содержание ионов хлора в исходных потоках более чем в 1,1 раза.

а Верхним пределом рабочего расхода промышленного умягчителя воды является краткосрочное максимальное значение; рабочий расход умягчителя бытового водоснабжения можно соответствующим образом уменьшить, но это не должно влиять на требования пользователя к качеству воды.

b Под концентрацией солевого раствора, поступающего в слой ионообменной смолы подразумевается раствор прошедший через эжектор при нормальной температуре.

с. Рабочая обменная емкость слабокислотного катионита ≥ 1800 моль/м<sup>3</sup>.

 $YD_{c}$  - Остаточная жесткость деминерализованной воды, когда она намного меньше исходной жесткости воды, ею можно пренебречь.

58,5 — молярная масса NaCl, г/моль.

Когда потребление соли и удельный расход автоматического умягчителя воды слишком высоки, следует обратить внимание на следующие аспекты:

- а) Не слишком ли высок уровень солевого раствора в солевом баке, что приводит к чрезмерному поглощению соли?
- б) Установленный период умягчения воды слишком мал, регенерация происходит слишком часто?
- с) Смола загрязнена или «отравлена» так, что ионообмен снижается?
- г) Имеются ли какие-либо потери смолы, так что высота слоя смолы недостаточна, а количество умягчаемой воды периодически уменьшается при условии того же количества используемой соли?

#### 4.3.4.2 Рабочая обменная емкость

Рабочая обменная емкость относится к количеству ионов, которыми смола может обмениваться в процессе умягчения воды. Как правило, рабочая обменная емкость новых смол превышает 1000 моль/м3, но для промышленных умягчителей воды с автоматической регенерацией, для гарантий полного соответствия требованиям к умягченной воде рабочую обменную емкость смолу нужно немного занижать. Кроме того, после длительного использования смолы, а также из-за ее загрязнения или не эффективной регенерации рабочая обменная емкость снижается. Как правило, фактическая рабочая обменная емкость умягчителя воды с автоматической регенерацией падает до отметки менее 500 моль/м³ (у умягчителей с ручной регенерацией менее 800 моль/м³). Реальную рабочую обменную емкость Е (моль/м³) ионита натрия можно рассчитать по формуле (4-9):

$$E = \frac{Q(YD-YD_c)}{V_R} \approx \frac{Q.YD}{V_R}$$
 (4-9)

Данные в формуле:

Q - периодичность водоумягчения t или m<sup>3</sup>:

YD — средняя жесткость исходной воды ммоль/л;

 ${
m YD_c}$  - жесткость воды натрий-ионита, ммоль/л (эти данные можно не учитывать, когда значение очень мало)

VR - объем смолы в ёмкости, м<sup>3</sup>.

Когда рабочая обменная способность смолы значительно снижена, причины могут быть сопоставлены и устранены по следующим аспектам:

- а) Соответствует ли регенерация смолы требованиям? (Пример: достаточно ли в солевом баке раствора соли? На каком уровне находится солевой раствор в солевом баке? Приемлемы ли давление воды на входе, концентрация соляного раствора и скорость потока?)
- б) Смола загрязнена или «отравлена»?
- с) Достаточна ли высота слоя смолы?
- d) Не слишком ли велика скорость потока проточной воды?
- д) Не слишком ли мал заданный период умягчения воды, чтобы она регенерировалась заблаговременно до истечения срока, а смола не выработала свой ресурс полностью?

**Пример 4-4:** Для подготовки воды паровых котлов используется умягчитель проточного типа с объемом смолы 0,5 м<sup>3</sup>. Средняя жесткость воды на входе 3,6 ммоль/л, на выходе жесткость должна быть менее 0,03 ммоль / л. Объем воды 90 т нужно гарантировать что исходная вода будет отвечать поставленным требованиям и каждый раз в солевой бак добавляется 200 кг соли (содержание NaCl 96%). Солевого раствора должно хватать на 3 регенерации после чего нужно

добавить соль в солевой бак. Насколько экономично работает умягчитель воды? Ответ:

- 1. Фактический расход соли умягчителя воды = (200÷3×1000)×96%÷(90×3,6)≈198 г/моль
- 2. Фактический удельный расход регенерата = 198÷58,5≈3,4
- 3. Фактическая рабочая обменная емкость: E=90×3.6÷0.5=648 моль/м<sup>3</sup>

Умягчитель воды потребляет много соли, и необходимо выяснить причину. Поскольку фактическая рабочая обменная емкость соответствует требованиям, а умягченная вода отвечает поставленным задачам можно заключить что ионный обмен происходит нормально и периодичность регенерации так же настроена согласно регламенту. Возможная причина заключается в том, что уровень жидкости в солевом баке слишком высок, что в свою очередь приводит к повышенному потреблению соли. Проверьте и отрегулируйте солевой поплавок и время забора солевого раствора, после чего еще раз проверьте экономичность работы умягчителя.

В некоторых областях используются немеждународные единицы, и ниже показано их соотношение.

- 1 ммоль/л  $(1/2Ca^{2+}, 1/2Mg^{2+}) = 50$  частей на миллион (в пересчете на CaCO<sub>3</sub>)
- 1 ммоль/л  $(1/2Ca^{2+}, 1/2Mg^{2+}) = 2,92$  гран/галлон (гран/галлон)
- 1 гран/галлон (гран/галлон) = 17,1 частей на миллион (рассчитывается как СаСО<sub>3</sub>)
- 1 м<sup>3</sup> = 264 галлона (США) (галлон США) = 220 галлонов (Великобритания) (английский галлон)
- 1 кг = 2,2 фунта (британские фунты)
- 1 часть на миллион = 1 мг/л.

#### 4.4 Умягчения и щелочность

В местах с повышенной щелочностью исходной воды, если исходную воду для котла полностью умягчить с помощь натрий-ионным обмена, щелочность, сохраняемая в воде, будет увеличиваться по мере испарения воды и оседать на стенках котла. Чрезмерная щелочность не только легко влияет на качество пара, но и в некоторых случаях вызывает щелочную коррозию металлов. Если увеличить скорость продувки котла для снижения щелочности, то это приведет к увеличению затрат и увеличению выбросов. Таким образом, когда вода с высокой щелочностью (щелочность > 2,5 ммоль/л) используется для котла, следует учитывать не только ее умягчение, но и обработку для снижения содержания щелочи. Обычно используемые методы умягчения и восстановления щелочи для промышленных котлов включают: метод частичного умягчения, метод водородно-натриевого ионного обмена и метод аммиачно-натриевого ионного обмена.

#### 4.4.1 Метод частичного умягчения

Метод частичного умягчения в основном предназначен для использования в двух случаях: В одном случае используется в местах где воды с высокой жесткостью и умягчение на первой стадии используется для удаления большей части ионов кальция и магния, а вода с высокой жесткостью умягчается до нужного уровня; второй случай - для воды с высокой жесткостью и щелочностью, часть жесткости удаляется путем умягчения, а затем смешивается с исходной водой в определенной пропорции, так что жесткость смешанной воды ниже щелочности от 1 ммоль/л до 2 ммоль/л.

Частично умягченная вода пригодна для паровых котлов с естественной циркуляцией с номинальным испарением ≤4 т/ч и номинальным давлением пара ≤1,0 МПа, пароводяных котлов двойного назначения и водогрейных котлов номинальной мощностью ≤4,2 МВт. Рабочее давление и тепловая нагрузка этих котлов невелики. После частичного умягчения исходной воды остаточные ионы кальция и магния в воде могут вступать в реакцию с щелочными веществами после поступления в котел, при этом образуется и удаляется водяной шлак. Благодаря частичному умягчению воды (при необходимости нужно добавлять в котел соответствующее количество ингибитора) качество воды в котле может достичь стандарта очистки

воды согласно стандарту GB/T 1576 «Качество воды в промышленных котлах», что может не только предотвратить образование накипи в котле, но и избежать превышение щелочности что в свою очередь снизит количество продувок и положительно скажется на теплообмене котла.

#### 4.4.2 Метод водородно-натриевого ионообмена

Метод водородно-натриевого ионного обмена заключается в обработке части исходной воды через Н<sup>\*</sup>-обменную смолу, чтобы повысить кислотность воды, а другую часть исходной воды обрабатывают с помощью Na+-обмена для удаления жесткости и щелочности воды. Данный метод позволяет одновременно уменьшить жесткость и щелочность исходной воды, что дает возможность достичь соответствия нормативным требованиям по использованию воды для котлов. Система ионообменной обработки H-Na включает два процесса H<sup>\*</sup>-обмена и Na<sup>\*</sup>-обмена. Она имеет различные режимы работы. Несколько общих методов представлены ниже.

### 4.4.2.1 Метод ионного обмена H-Na с использованием слабокислотной H+-обменной смолы

### (1)H-Na ионообменное умягчение и принцип щелочного восстановления с использованием слабокислотной H+ обменной смолы

Использование слабокислотной ионообменной смолы для снижения щелочности воды является лучшим методом, который имеет преимущества отсутствия сильной кислотности, большой обменной емкости, легкой регенерации и легкого контроля процесса умягчения воды. Поскольку слабокислотная смола и соли аниона  $SO_4^{-2}$ , СГ и других сильных кислот плохо поддаются ионному обмену, обычно происходит обменная реакция только с солями слабой кислоты, поэтому после ионообменной обработки не образуется сильная кислота, а обмен слабокислотной смолы Н по сравнению с емкостью Na значительно ниже, часть NaHCO<sub>3</sub> будет удерживаться в умягченных водах, поэтому основная функция слабокислотного H+-обменника заключается в удалении карбонатной жесткости (т.е. бикарбоната кальция, бикарбоната магния) в воде, и его реакция может быть выражена в следующей формуле:

$$R(-COOH)_{2} + Mg \atop Na_{2} \\ (HCQ)_{2} \rightarrow R(-COO)_{2} \begin{cases} Ca \\ Mg + 2H_{2}CO_{3} \\ Na_{2} \end{cases}$$

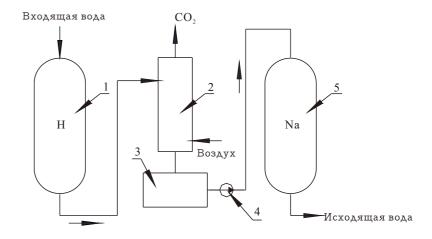
Слабокислотная смола H+ Вода на входе Отработанная смола Вода на выходе  $\mathsf{H_2CO_3} \to \mathsf{H_2O+CO_2}$ 

 ${\rm CO_2}$  при использовании  ${\rm H}^*$ -обменной смолы удаляется с помощью устройства для удаления углерода, а затем поступает в ионообменник натрия для удаления других типов некарбонатной жесткости, тем самым снижая щелочность и удаляя жесткость. Кроме того, обменная емкость слабокислотной  ${\rm H}^*$ -обменной смолы (то есть способность удалять карбонатную жесткость) почти в два раза больше, чем у сильнокислотной катионообменной смолы, и после разрушения смолы ее легко регенерировать кислотой, к тому же к сильнокислотной катионообменной смолы потребление кислоты низкое, потребление составляет всего около 1,1, а концентрация используемой кислоты низкая, что дает преимущество при дальнейшем вымывании ее из слоев смолы. Поэтому, не смотря на то, что слабокислотные смолы более дорогие, они в целом экономичны и относительно безопасны из-за низких эксплуатационных расходов.

# (2)Системы ионного обмена H-Na с использованием слабокислотной H<sup>+</sup>-обменной смолы. Системы ионного обмена H-Na с использованием слабокислотной H+-обменной смолы и сильнокислотной Na+-обменной смолы показана на рис. 4-7.

Неочищенная вода сначала поступает в слабокислотный Н+-обменник для удаления карбонатной жесткости, образующийся углекислый газ удаляется с помощью устройства для удаления углерода, а затем поступает в Na+-обменник для дальнейшего удаления некарбонатной жесткости.

Поскольку исходящие ионообменной системы H-Na воды подвергаются ионообменной обработке натрия, требования к умягчаемой воде в слабокислотного H+-ионообменнике не должен быть слишком высокими. В основном снижение жесткости будет эквивалентно снижению щелочности воды. Основные критерии по качеству умягченной воды должны быть проконтролированы после обменника  $Na^{+}$ . Для того, чтобы  $H^{+}$ - и  $Na^{+}$ -обменник регенерировались одновременно, соотношение слабокислотного  $H^{+}$ -обмена к сильнокислотному  $Na^{+}$ -обменнику должно основываться на карбонатной жесткости сырой воды (т.е. , щелочность исходной воды) так же определяется некарбонатная жесткость (т. е. Отношение разности между общей жесткостью исходной воды и щелочностью). При этом исходная вода системы должен сохранять определенную щелочность. Обычно используется такие системы используются для подпитки промышленных котлов, остаточная щелочность должна контролироваться на уровне от 0,4 ммоль/л до 1,0 ммоль/л.



1. Слабокислотный H+ обменник 2. Декарбонизатор 3. Промежуточный резервуар для воды 4. Водяной насос 5. Na+ обменник

Рисунок 4-7 Схема ионообменной системы H-Na с использованием слабокислотной H+-обменной смолы

Для системы ионного обмена с автоматическим управлением цикл умягчения воды также может быть установлен в соответствии с формулой (4-1) для оценки количества периодического умягчения воды, а время периодического умягчения воды может быть оценено в соответствии с формулой (4-2) или (4-3). Однако жесткость в формуле следует изменить соответствующим образом: для слабокислотных H+-обменников YD — карбонатная жесткость (т. е. щелочность сырой воды); для Na+-обменников YD — некарбонатная жесткость (т. е. общая жесткость и щелочность сырой воды).Рабочая обменная емкость Е: ионообменная смола Na+ по-прежнему рассчитывается на уровне 1000 моль/м3, а слабокислотная ионообменная смола H+ может быть рассчитана на уровне 1800 моль/м3~2000 моль/м3. Если цикл умягчения воды двух теплообменников сильно различается, что не способствует автоматическому управлению, необходимо отрегулировать размер двух емкостей и количество наполнителя смолы, а также учитывать, что конечная вода будет сохранять определенную щелочность.

#### 4.4.2.2 Н-Na ионообменный метод с использованием сильнокислотного катионита

(1) Принцип умягчения и восстановления щелочи при ионном обмене H-Na сильнокислотной смолы.

Сильнокислотная катионообменная смола регенерируется кислотой и превращается в H+обменную смолу (RH). После обработки входящей воды H+-обменной смолой различные катионы в воде заменяются H+, и реакция обмена может быть выражена следующей формулой:

$$\begin{array}{c}
Ca \\
Na_{2}
\end{array} \begin{cases}
(HCO_{3})_{2} \\
SO_{4} \\
Cl_{2}
\end{cases} \rightarrow R_{2} \begin{cases}
Ca \\
Mg + \begin{cases}
2H_{2}CO_{3} \\
H_{2}SO_{4} \\
2HCl
\end{cases}$$

Смола Н+ Вода на входе Отработанная смола Исходящая вода

Из формулы реакции видно, что после обмена H+ различные анионы сильных кислот и H+ в исходной воде образуют сильные кислоты, поэтому умягченные воды имеют сильную кислотность. Поскольку обменная емкость катионита по ионам натрия слабее, чем по ионам кальция и магния, при выходе из строя H+-ионита в умягченной воде в первую очередь увеличивается содержание Na+. При контроле ионообменника H+ содержание Na+ в водах конечной точки работы, кислотность исходных вод эквивалентна количеству анионов сильных кислот. Однако, если содержание Na+ в стоке H+-ионообменника увеличивается (данный эффект так же называется остаточный натрия), он не регенерируется, а продолжает работать до тех пор, пока не произойдет повышение жесткости (данный эффект так же называется остаточная жесткость).

После обработки исходной воды ионообменником Na+ различные катионы в воде заменяются Na+, и реакция обмена может быть выражена следующим образом:

$$2RNa + Ca \setminus SO_4 \atop Mg = Cl_2 \qquad \rightarrow R_2 \begin{cases} Ca \\ Mg \end{cases} + \begin{cases} 2NaHCO_3 \\ Na_2SO_4 \\ 2NaCl \end{cases}$$

Смола Na+ Вода на входе Неисправная смола Вода на выходе

Из формулы реакции видно, что после Na+-обмена жесткость снижается, а щелочность остается неизменной, то есть сток становится щелочной водой.

Кислая вода после обработки H+-обмена и щелочная вода после обработки Na+-обмена смешиваются друг с другом, и происходит нейтрализация, что выражается следующей формулой:

$$2NaHCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O + 2CO2\uparrow$$
  
 $NaHCO_3 + HCI \rightarrow NaCI + H_2O + CO_2\uparrow$ 

СО<sub>2</sub>, образующийся после нейтрализации, можно удалить с помощью устройства для удаления углерода.

#### (2) Стандартные системы ионообмена на основе Н-Na сильнокислотных смол.

Существуют две распространенные формы ионообменной системы Н-Na для сильнокислотных смол: параллельная система и последовательная система:

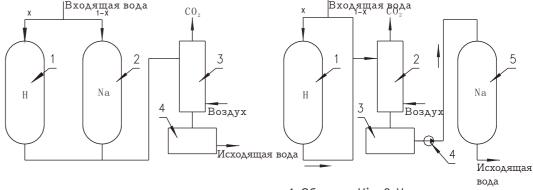
#### а) Параллельная система ионного обмена H-Na

Установка системы показана на рисунке 4-8. Входящая вода делится на две части, которые соответственно направляются в ионообменник  $H^{*}$  и ионообменник  $Na^{*}$ , затем выходящий поток смешивается, а  $CO_{2}$  удаляется. Следует отметить, что когда используется параллельная система ионного обмена H-Na, целесообразно контролировать содержание  $Na^{*}$  в сточных водах в конечной точке  $H^{*}$ -обменника. Если остаточная жесткость воды используется в качестве конечной точки работы, цикл производства воды может быть продлен, после увеличения содержания  $Na^{*}$  в стоках ионообменника  $H^{*}$  щелочность смешанных стоков системы будет постепенно

увеличиваться, при этом коэффициент выходящего потока ионообменника H<sup>→</sup> необходимо увеличить;

после регенерации необходимо вовремя уменьшить коэффициент, иначе щелочность смешанных стоков будет слишком низкой, в некоторых случая вода может быть с повышенной кислотностью, что повлияет на безопасную работу оборудования потребляющее такую воду. То есть, если жесткость воды теплообменника  $H^{+}$  является конечной точкой работы, необходимо часто регулировать коэффициент производства воды двух ионообменников, что является весьма затруднительным.

Для автоматического ионообменника H+ повышение содержания Na<sup>+</sup> в сточных водах является конечной точкой работы. Рекомендуется устанавливать автоматический контроль за регенерацией ионообменника путем измерения электропроводимости сточных вод. Когда электропроводимость входящего потока стабильна, увеличение Na<sup>+</sup> в выходящем потоке означает, что H<sup>+</sup> уменьшается. В это время измеренное значение проводимости выходящего потока значительно уменьшится, что может дать указание для перехода в режим регенерации.



- Обменник Н<sup>+</sup>
   Обменник Na<sup>+</sup>
- 3. Удалитель углерода 4. Резервуар для воды
- 1. Обменник Н<sup>\*</sup> 2. Удалительуглерода 3. Резервуар для воды 4. Насос 5. Обменник Na<sup>\*</sup>

Рис. 4-8 Параллельная система ионного обмена Н-Na Рисунок

Рис. 4-9 Последовательная система ионного обмена H-Na

#### b) Последовательная система ионного обмена H-Na

Схема системы показана на Рисунке 4-9. Система также делит поступающую воду на две части, одна часть направляется в ионообменник  $H^{\dagger}$ , а другая часть смешивается со стоками ионообменника  $H^{\dagger}$ . Таким образом, кислотности в стоке ионообменника  $H^{\dagger}$  и карбонат в исходной воде подвергаются реакции нейтрализации, а образующийся  $CO_2$  удаляется с помощью устройства для удаления углерода. Вода после удаления углерода проходит через резервуар для воды и перекачивается насосом в ионообменник  $Na^{\dagger}$ . В последовательной системе поглотитель углерода следует размещать перед ионообменником  $Na^{\dagger}$ , иначе при прохождении воды, содержащей  $CO_2$ , через ионообменник  $Na^{\dagger}$  будет образовываться  $NaHCO_3$ , что повысит щелочность умягченной воды.

#### (3) Сравнение параллельных и последовательных систем ионного обмена Н-Na.

По причине того, что в последовательных система вода полностью проходит через ионообменник Na+ а в параллельных только частно при равном количестве умягчаемой воды последовательные систему требуют меньший объём смолы Na+ нежели параллельные. Поэтому последовательная система обычно более компактна и экономически выгодна нежели параллельная.

С точки зрения эксплуатации, работа последовательной системы не требует строгого контроля и регулировки пропорции очищенной воды, потому что даже если умягченная и исходная вода, некоторое время последовательно смешиваются, она будет кислой, из-за обмена Na<sup>+</sup> (H<sup>+</sup> будет заменен

на  $Na^*$ ), конечный сток не будет кислотным, поэтому последовательная система относительно безопасна и надежна, а обменная емкость ионообменника  $H^*$  может быть использована в полном объёме. Однако, ионообменник  $H^*$  в параллельной системе должен быть регенерирован, до момента «утечки жёсткости», необходимо отрегулировать и строго контролировать пропорцию воды, обрабатываемой двумя ионообменниками по времени, чтобы гарантировать, что в смешиваемой умягченной воде поддерживается определенная щелочность.

#### (4)Пропорциональность умягчаемой воды для ионного обмена Н-Na

При использовании ионообменной обработки H-Na соотношение объема очищенной воды двух ионообменников должно быть отрегулировано в соответствии с качеством исходной воды, чтобы гарантировать, что остаточная щелочность стоков из двух ионообменников будет составлять от 0.4 ммоль/л до 1.2 ммоль/л после смешивания.

Пусть X - доля воды, прошедшей обработку H+-обменником, в общем количестве воды, тогда (1-X) - это: доля воды, обработанной H+-обменником в параллельной системе, или доля воды, не обработанной обработан ионообменником H+ в последовательной системе.

Поскольку смешанная мягкая вода по-прежнему должна сохранять определенную щелочность после ионообменной обработки H-Na, независимо от того, используется ли параллельная или последовательная система, оба типа воды после смешивания должны соответствовать требованиям формулы (4-10):

$$(1-X) JD-XSD = JD_c (4-10)$$

Упорядочив эту формулу, получим:

$$X = \frac{JD - JD_C}{JD + SD} \times 100\% \tag{4-11}$$

Данные в формуле: JD — щелочность исходной воды, ммоль/л (HCO<sub>3</sub>-);

 $JD_c$ — Щелочность,которая должна сохраняться в воде после H-Na ионообменной обработки, ммоль/л (HCO $_3$ );

SD — Кислотность стока  $H^{+}$ -ионообменника, ммоль/л ( $H^{+}$ ), при использовании контрольного Na+ в качестве рабочей конечной точки ионообменника эквивалентна суммарному содержанию анионов сильных кислот в исходной воде ; когда контрольная жесткость является рабочей конечной точкой, она эквивалентна величине некарбонатной жесткости исходной воды. Можно заключить, что коэффициент очистки воды для ионообменника  $H^{+}$  и ионообменника  $H^{+}$ :

- а) Ионообменник  $H^*$  берет на себя управление увеличением  $Na^*$  в качестве конечной точки работы, и его коэффициент очистки воды можно оценить непосредственно по формуле (4-11);
- б) Теплообменник  $H^*$  берет контроль «утечки жесткости» в качестве конечной точки работы. В это время кислотность сточных вод эквивалентна некарбонатной жесткости исходной воды, а щелочность исходной воды эквивалентна карбонатная жесткость, так что сумма этих двух величин является исходной водой. Общая жесткость (YD), поэтому формула (4-11) может быть изменена на формулу (4-12):

$$X = \frac{JD - JD_C}{YD} \times 100\% \tag{4-12}$$

Пример 4-5: Качество исходной воды, используемой в промышленном котле: жесткость = 5,6 ммоль/л, щелочность = 4,8 ммоль/л, для очистки используется параллельная система H-Na. Требуется поддержание щелочности около 1,0 ммоль/л.л, общий объем очищаемой воды составляет 20 т/ч. Когда H+-обменник принимает контрольный Na<sup>+</sup> в качестве конечной точки, средняя кислотность сточных вод составляет 2,3 ммоль/л.=

Решение: ①Обменник H<sup>+</sup> регулирует соотношение воды, когда Na<sup>+</sup> является конечной точкой:

$$X = \frac{JD - JD_C}{JD + SD} \times 100\% = \frac{4.8 - 1.0}{4.8 + 2.3} \times 100\% = 53.5\%$$

То есть, когда в качестве конечной точки используется контрольный Na<sup>+</sup>, объемы очищенной воды двух ионообменников составляют:

Объем очищенной воды  $H^{+}$  обменника=53,5%×20=10,7 т/ч;

Объем обработанной воды  $Na^{+}$  обменника = 20-10,7 = 9,3 т/ч.

② Доля обработанной воды, когда теплообменник H+ использует контрольную жесткость в качестве конечной точки:

$$X = \frac{JD - JD_C}{YD} 100\% = \frac{4.8 - 1.0}{5.6} \times 100\% \approx 68\%$$

Это означает, что при увеличении содержания Na+ в стоке H+-ионообменника, за счет снижения кислотности стока, объем очищенной воды H+-ионообменника следует увеличить до: 68%×20≈13,6 т/ч; объем очищенной воды Na+-ионообменника должен быть уменьшен до: 20 - 13,6=6,4 т/ч. Однако после регенерации ионообменника H+ необходимо довести очищенную воду до 10,7 т/ч, что неудобно для последующего контроля.

#### 4.4.3 Методика ионообмена аммония и натрия

## 4.4.3.1 Принцип аммиачно-натриевого ионообменного умягчения и щелочной регенерации После регенерации катионообменной смолы солью аммония она переходит в состояние NH4+

(RNH4). После того, как различные катионы в воде заменяется ионообменником на NH4+, реакция обмена может быть выражена следующей формулой:

$$\begin{array}{c} Ca \\ 2RNH_4 + Mg \\ 2Na \end{array} \bigg\} \begin{cases} (HCO_3)_2 \\ SO_4 \\ 2Cl \end{array} \rightarrow R_2 \begin{cases} Ca \\ Mg \\ Na_2 \end{cases} \begin{cases} 2NH_4HCO_3 \\ (NH_4)_2SO_4 \\ 2NH_4Cl \end{cases}$$

Аммиачная смола Входящая вода Отработанная смола Вода на выходе

Бикарбонат аммония (NH4HCO3), полученный в результате реакции, термически разлагается в воде котла:

$$NH_4HCO_3 \rightarrow NH_3\uparrow + CO_2\uparrow + H_2O$$

Таким образом, в дополнение к умягчению и щелочной регенерации обмен  $NH_4^+$  также имеет эффект частичного снижения содержания солей, а попадание NH3 в паровую систему может нейтрализовать  $CO_2$  и пассивировать стальную поверхность.

Хлорид аммония ( $NH_4CI$ ) и сульфат аммония [( $NH_4$ ) $_2SO_4$ ], полученные в результате реакции, также термически разлагаются в воде котла с образованием сильнокислотной составляющей:

$$\begin{aligned} \mathsf{NH_4CI} &\to \mathsf{NH_3} \uparrow + \mathsf{HCI} \\ (\mathsf{NH_4})_2 \mathsf{SO_4} &\to 2 \mathsf{NH_3} \uparrow + \mathsf{H_2SO_4} \end{aligned}$$

После того, как часть исходной воды заменяется обменником  $Na^{\scriptscriptstyle +}$ , бикарбонат натрия (NaHCO $_{\scriptscriptstyle 3}$ ), образующийся в умягченной воде, поступает в котел, а также нагревается и разлагается в котловой воде с образованием щелочи:

2 NaHCO<sub>3</sub> 
$$\rightarrow$$
 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>↑+CO<sub>2</sub>↑+H<sub>2</sub>O  
Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O  $\rightarrow$  2NaOH + Co<sub>2</sub>↑

Кислота и щелочь, образующиеся в указанной выше реакции, нейтрализуются в воде котла:

$$H^{+} + OH^{-} \rightarrow H_{2}O$$
  
 $2H^{+} + CO_{3} - \rightarrow H_{2}O + CO_{2}\uparrow$ 

Таким образом, принцип ионного обмена NH₄-Na в основном такой же, как и у ионного обмена H-Na, а отличия заключаются в следующем:

- (1) Щелоче- и соле редуцирующие эффекты ионного обмена NH₄-Na проявляются только тогда, когда умягченная вода поступает в котел и подвергается реакции разложения после нагревания. В отличие от системы ионного обмена H-Na, щелочность снижается перед подачей в котел.
- (2) Вода, заменяемая  $NH_4^+$ , становится сильно кислотной только после нагревания, и регенерация кислоты не требуется, поэтому оборудование и трубопроводы для очистки воды не нуждаются в строгой кислотостойкой обработке. Однако NH4CI и  $(NH_4)_2SO_4$  являются кислотносоставляющими в воде, поэтому ионообменники и трубы  $NH_4^+$  должны быть сделаны из материалов, устойчивых к кислотной коррозии.
- (3) Ионы вода, обмениваемые на  $NH_4^+$ , не разлагает  $CO_2$  до нагревания, поэтому систему ионного обмена  $NH_4$ -Na не нужно оборудовать устройством для удаления углерода.
- (4) Газообразный аммиак, образующийся после нагрева воды  $NH_4^+$ , поступает в паровую систему вместе с паром, который может нейтрализовать  $CO_2$  и оказывает определенное антикоррозионное действие на паропровод, но медные детали легко разъедать в тепловой системе или теплообменном оборудовании. Кроме того, если пар напрямую контактирует с нагретым материалом, это может привести к деформации изделия. Поэтому перед поступлением умягченной воды после ионообмена NH4-Na в котел лучше всего использовать термический деаэратор для удаления кислорода, аммиака, углекислого газа и т.д.

#### 4.4.3.2 Система аммиачно-натриевого ионообмена и меры предосторожности

- (1) Система ионного обмена NH4-Na обычно использует параллельный метод умягчения воды, и она не подходит для использования в последовательных системах или методах смешивания смолы. Поскольку селективность катионообменной смолы по отношению к  $\mathrm{NH_4}^+$  несколько выше, чем по  $\mathrm{Na^+}$ , при последовательной работе, когда вода, заменяемая  $\mathrm{NH_4}^+$ , проходит через обменник  $\mathrm{Na^+}$ ,  $\mathrm{NH_4}^+$  в воде замещается  $\mathrm{Na^+}$ , так что щелочность умягченной воды снова повышается. При использовании смешанного типа регенерат на основе соли аммония и соли натрия одновременно регенерирует одну и ту же смолу. Если доля смолы  $\mathrm{NH_4}^+$  после регенерации слишком велика, это может привести к недостаточной щелочности воды в котле вода, что повлияет на безопасную работу котла; если пропорция слишком мала, щелочность будет слишком высокой, которую в последующем достаточно сложно контролировать.
- (2) При регенерации ионообменника  $NH_4^+$  в качестве регенерирующего агента обычно используется раствор  $NH_4CI$  от 5% до 8%. Если в качестве регенеранта используется  $(NH4)_2SO_4$ , его концентрация не должна превышать 3%, чтобы избежать осаждения  $CaSO_4$  при регенерации, который прилипает к поверхности частиц смолы и снижает ее обменную способность. Количество регенеранта в ионообменнике  $NH_4^+$  также можно оценить по формуле (4-4), но когда регенерант представляет собой  $NH_4CI$ , молярная масса составляет 53,5.
- (3) Как обменник  $NH_4^+$ , так и обменник  $Na^+$  основаны на контроле жесткости сточных вод в качестве конечной точки работы и содержании соли аммония аниона сильной кислоты (то есть соли аммония, которая будет сильнокислой после нагрева) в стоках теплообменника  $NH_4^+$  эквивалентна некарбонатной жесткости. Следовательно, доля X объема обработанной воды  $NH_4^+$ -ионообменника к общему объему очищенной воды также может быть рассчитана по формуле (4-12), а доля объема очищенной воды  $Na^+$ -ионообменника составляет 1-X. Поскольку сильная кислотность аммониевой соли сильнокислотного аниона не может быть полностью отражена при комнатной температуре, невозможно оценить, соответствует ли пропорция очищенной воды только оставшейся щелочности после смешивания сточных вод двух ионообменников. При расчете доли воды, обработанной ионообменником  $NH_4^+$  по формуле (4-12), остаточная щелочность JDC обычно должна составлять 1,0 ммоль/л ~ 1,2 ммоль/л.

#### 4.5 Пример применения клапана для умягчения компании Runxin

Клапан умягчения Runxin подходит для умягчения различного качества и объёма воды. Он широко используется во всем мире. Некоторые случаи применения использования описаны ниже.

#### 4.5.1 Применение клапанов в системах умягчения подпиточной воды котла

Если исходная вода котла содержит кальций, магний и другие вещества, то это может вызвать образование накипи и коррозию на нагревающейся поверхности, что не только существенно влияет на теплопередачу и расход топлива, но также легко повреждает металл на поверхности нагревателя и влияет на безопасную эксплуатацию котельного оборудования. Следовательно, исходную воду для котла нужно умягчать, и основная цель заключается в том, чтобы жесткость исходной воды соответствовала требования предъявляемых для вод используемых в котлах.

#### 4.5.1.1 Система подготовки котловой воды с параллельным водоснабжением

#### (1) Предыстория

Многонациональная пищевая компания имеет завод в Южной Африке для производства необходимы бойлеры с жесткостью воды  $\leq$ 0,5 мг/л (0,01 ммоль/л) и подачей воды до 120 м³/ч. Исходная вода представляет собой муниципальную водопроводную воду со средней жесткостью около 60 мг/л ((1,2 ммоль/л). Хотя жесткость исходной воды невелика, но требование к контролю жесткости исходной воды достаточно высокие. Пар должен использоваться для производства продуктов питания, поэтому умягчитель воды должен быть заполнен пищевой ионообменной смолой, а оператор проверяет жесткость воды один раз в смену.

#### (2) Обзор проекта

Расход системы должен составлять 120 м<sup>3</sup>/ч. Умягчителю с одной емкостью сложно достичь такого расхода. Для этой цели спроектировано несколько комплектов параллельных систем подачи воды (как показано на Рисунке 4-10): настроены четыре комплекта емкостей со смолой диаметром 1,2 м и высотой 1,8 м. Используемый клапан для умягчения 63640, и емкость заполнен 1000 литрами пищевой смолы. Система очистки: водопроводная вода → умягчитель воды → производственная вода. Регулирующие клапаны каждого бака заблокированы, подача воды и регенерация может происходить одновременно, что обеспечивает постоянную подачу воды в бойлер и повышает коэффициент использования умягчителя воды.

#### (3) Эффективность

Оборудование системы введено в эксплуатацию с 2017 года и работает исправно, полностью удовлетворяя потребности котла в воде и обеспечивает необходимое качество потребляемой котлом воды. Результат испытаний жесткости воды часто составляет 0 мг/л.



Рис. 4-10 Системы очистки умягченной воды с раздельной регенерацией

#### 4.5.1.2 Фильтрационно-умягчительная система смешанного вида

#### (1) Предыстория

Международная компания строит новый завод по производству напитков в определенной стране Африки, и для оснащенного им парового котла требуется, чтобы жесткость воды была менее 0,03 ммоль/л, а подача воды составляла 30 м³/ч. Используемая исходная вода представляет собой муниципальную водопроводную воду, но качество водопроводной воды нестабильно, мутность поступающей воды относительно велика, жесткость поступающей воды высокая, а иногда и низкая, а максимальное значение составляет 450 мг/л (9 ммоль/л), что превышает жесткость воды для установки обычного одноступенчатого умягчителя (верхний предел (стандартное требование не более 6,5 ммоль/л). Чтобы обеспечить соответствие питательной воды для котла и предотвратить образование накипи в котле, а также избежать загрязнения ионообменной смолы и влияния на эффективность умягчения из-за чрезмерной мутности исходной воды, мутность и жесткость воды в ручном режиме контролируется оператором.

#### (2) Обзор проекта

Из-за плохого качества исходной воды, которая не только имеет высокую жесткость, но и часто содержит взвешенные вещества, зернистый глинистый песок и т. д., проектируемая технологическая схема водоподготовки, следующая: дисковый фильтр → фильтр с активированным углем → умягчитель воды → накопительная емкость. Установка показана на рис. 4-11.

Первая ступень системы фильтрации воды оснащена дисковым фильтром, использующим фильтр Runxin 45040 для эффективного удаления взвешенных веществ и твердых примесей, фильтр второй ступени оснащен металлической емкостью диаметром 2 м и высотой 2,2 м., с использованием регулирующего клапана Runxin 53540, фильтрующий материал - активированный уголь, высота заполнения - 1 м, основная цель - удаление остаточного хлора в воде, снижение содержания органических веществ, предотвращение окисления и загрязнения ионообменной смолы, а также продление срока службы смолы, помимо всего в системе установлен шаровой кран как на рисунке 3-6.

В связи с большим разбросом жесткости исходной воды в месте расположения завода, чтобы убедиться, что при жесткости воды 9ммоль/л умягченная вода будет соответствовать требованиям установлена дополнительная емкость со смолой. Таким образом, система оснащена фильтром и умягчителем воды с металлическими резервуарами диаметром 2 м и высотой 2,2 м, заполненными 4000 л натрий-ионообменной смолы, а в системе управления используется клапан умягчения воды Runxin 63650.

Клапан управления фильтром с активированным углем и клапан управления умягчителем воды в системе водоподготовки взаимосвязаны, чтобы гарантировать, что процессы обратной промывки и регенерации не выполняются одновременно. Для избежания проблем с нестабильной ситуации подачи воды и электричества установлен клапан с обратной промывкой по времени, а умягчитель воды настроен на задержку регенерации в зависимости от ситуации с водоснабжением.





Рис. 4-11

#### (3) Эффективность

С момента установки и эксплуатации системы водоподготовки в ноябре 2015 года проверена надежность и стабильность работы системы водоподготовки, за пять лет эксплуатации заказчик не сообщил об отказе оборудования или чрезмерной жесткости воды.

### 4.5.1.3 Применение смешенного слоя в системах умягчения воды в теплообменных станциях тепловых сетей.

#### (1) Предыстория

Теплообменный пункт — это вторичный тепловой сетевой пункт, непрерывно преобразующий тепло, полученное котлом для отопления первичной тепловой сети, в вторичный тепловой сетевой обменный пункт для отопления и нагрева воды потребителям. То есть горячая вода (или пар) поступает в пластинчатый теплообменник со стороны входа первичной теплосети агрегата для теплообмена, а затем выходит со стороны первичной теплосети агрегата; Циркуляционный водяной насос входит в пластинчатый теплообменник подает горячую воду с различными температурами, например, для отопления, кондиционирования воздуха или бытовой воды для удовлетворения потребностей пользователей. Вся горячая и отопительная вода, подаваемая по тепловой сети, должна быть умягчена.

В центральной отопительной и теплообменной станции в городе на севере Китая исходной водой является вода из глубоких подземных скважин со средней жесткостью 8,5 ммоль/л и мутностью не более 5NTU. Требуемая производительность 19 куб.м. и исходящей жесткостью не более 0,03 mmol/l, помимо всего требуется установка центрального централизованного управления и автоматическое определение жесткости воды, автоматическое отключения резервуара для воды при его полном заполнении, автоматический контроль концентрации солевого рассола, автоматическая циркуляция солевого раствора, сигнализация и т. д.

#### (2) Обзор проекта

Средняя жесткость исходной воды, используемой в этой теплообменной станции, достигает 8,5 ммоль/л, что превышает верхний предел жесткости воды обычных стационарных умягчителей воды (норма не более 6,5 ммоль/л). К тому же теплообменная станция предъявляет более высокие требования к качеству умягченной воды, чем может выработать обычный одноступенчатый умягчитель, а стоимость оборудования со вторичным умягчением достаточно высока. Для данного объекта была подобрана система умягчения со смешанным слоем.

Мутность исходной воды теплообменной станции ниже 5NTU, и это отвечает требованиям для обычных умягчителей, но в системах со смешанным слоем нет места для обратной промывки, поэтому мутность исходной воды не должна превышать 2NTU. Для решения этой задачи был поставлен предфильтр.

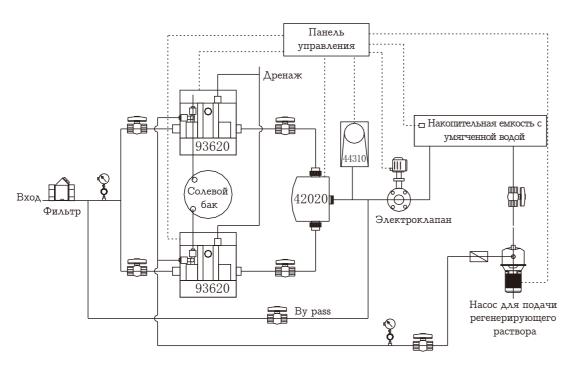
Система умягчения оснащена двумя комплектами емкостей для смолы с плавающим слоем диаметром  $\phi$ 700×2300 мм. Ионообменная смола натрия заполняется в резервуары на высоте 10 см от верхнего водораспределителя, а скорость потока воды в одной емкости 20м3/ч. Выбран автоматический регулирующий клапан с плавающим слоем Runxin 93620; электрический трехходовой клапан Runxin 42020 подобран для реализации беспрерывной работы умягчителя. В то же время, чтобы гарантировать, что плавающая смола не будет турбулентной во время умягчения воды, подача воды на плавающий слой осуществляется насосом под давлением с переменной частотой, чтобы поддерживать постоянное давление воды. Для более эффективно регенерации используется демирализованная вода, а регенерации и медленная промывка осуществляется потоком снизу вверх. Когда емкость 1# обнаруживает, что вода не соответствует требованиям или объем производства воды достигает установленного значения, включается электрический трехходовой клапан 42020, и емкость 2# запускает процесс умягчения, в тоже время емкость 1# начинает регенерацию клапан 93620 управляет открытием электрического клапана и начинает автоматическую регенерацию, а так же запускает насос подачи умягченной воды для промывки; после регенерации емкости 1# электрический клапан закрывается, насос подачи умягченной воды останавливается, и емкость 1# переходит в режим ожидания.

Системы умягчения воды оснащена онлайн-монитором жесткости сточных вод Runxin 44310, который автоматически измеряет жесткость сточных вод. Когда жесткость сточных вод превышает стандартную (более 0,03 ммоль/л), сигнал отправляется на PLC, а дальше передается команда на регулирующий клапан 93620 для автоматического запуска регенерации. Так же установлен онлайн-датчик плотности в солевом баке, чтобы контролировать насыщенность солевого рассола в режиме реального времени. Когда насыщенность солевого рассола оказывается ниже 1,2 г/см³, сигнал отправляется на панель управления PLC и запускается автоматическая система растворения соли.

Так же установлен электрический клапан на главном выпуске воды, он соединен с регулятором уровня воды в баке умягченной воды. Когда уровень жидкости в баке умягченной воды достигает наивысшей точки, электрический клапан основного выхода автоматически закроется; когда датчик сигнализируется о снижении уровня воды в баке, соленоидный клапан открывается и вода продолжает наполнять бак.

Через настройки центральной системы управления ведутся автоматические запуски и остановки системы водоснабжения с учетом данных о перепадах давление, состоянии фильтрации и смолы внутри емкостей, состоянии солевого раствора и других параметров. Система умягчения воды использует сигнал внутреннего сухого контакта регулирующего клапана 93620 для управления автоматическим трехходовым клапаном 42020, управления запуском и остановкой насоса регенерации, передачи сигнала на панель управления. Сигнал сухого контакта онлайнмонитора 44310 идет на панель управления в случая если измеренная жесткость воды не соответствует требованиям, после чего в сразу же запускается в работу емкость которая находилась в режиме ожидания.

Общая конфигурация системы водоподготовки и подключение автоматического контроллера теплообменной станции показаны на рис. 4-12, а устройство системы очистки умягченной воды с плавающим слоем показано на рис. 4-13.



4-12 Схема системы водоподготовки в теплообменной станции и подключение автоматического регулятора



Рис. 4-13 Система очистки умягченной воды с автоматическим управлением

#### (3) Эффективность

С момента установки и ввода в эксплуатацию в октябре 2018 года система водоподготовки исправно работает, а качество сточных вод соответствует требованиям. В отличие от обычных системы очистки воды с неподвижным слоем с использованием методики двухступенчатого умягчение (это 3 емкости со смолой) система с смешенным слоем в нашем случае оснащена только 2 емкостями и имеем меньшую себестоимость и не смотря на это имеет длительный цикл производства воды, экономичное потребление воды для регенерации и меньший сброс сточных вод. Система со смешанным слоем также отличается сниженным потреблением солевого раствора; а выше рассмотренном примере имеет полностью автоматическую систему управления что является гарантией стабильности работы системы в целом.

### 4.5.2 Применение клапана Runxin в системе водородно-натриевого ионообменного умягчения и щелочная обработка

### 4.5.2.1 Необходимость водородно-натриевого ионообменного умягчения и щелочно-восстановительной обработки

#### (1) Предыстория

Химическое предприятие в Северо-Восточном Китае оснащено 2-мя паровыми котлами с номинальным рабочим давлением 1,6 МПа и паропроизводительностью 35 м³/ч. Объем производства большой, требуется два котла, работающие одновременно. При использовании подземных вод в качестве исходной воды результаты проверки качества воды показывают: средняя жесткость составляет 6,2 ммоль/л, а средняя щелочность - 5,9 ммоль/л, эти данные относятся к воде с высокой жесткостью, высокой щелочностью и нуждается в умягчении и подщелачивании. С учетом различных факторов было принято решение использовать систему водородно-натриевого ионообмена для умягчения и щелочно-восстановительной обработки. Для предотвращения образования накипи в котле, улучшения качества пара и снижения скорости продувки котла необходимо, чтобы жесткость стоков системы была менее 0,03 ммоль/л,

щелочность ≤0,9 ммоль/л, скорость продувки котла не более 5% (концентрация котловой воды не менее 20 раз). Щелочность котловой воды должна соответствовать требованиям GB/T 1576 «Качество воды для промышленных котлов» (То есть после концентрирования воды в котле в 20 раз щелочность меньше или равна 24,0 ммоль/л.)

#### (2) Обзор проекта

Учитывая, что грунтовые воды, используемые в исходной воде для котла, не только имеют высокую жесткость и щелочность, но также могут содержать примеси, такие как ил и песок, для удаления ила и песка используется дисковый фильтр, чтобы снизить мутность до параметра не более 5NTU.

При выборе ионообменной смолы нужно учитывать, что по сравнению с сильнокислотной ионообменной смолой  $H^{+}$ , слабокислотная ионообменная смола  $H^{+}$  имеет следующие преимущества: большая обменная емкость, отсутствие образования сильной кислоты в сточных водах, простой контроль качества сточных вод системы, низкое потребление кислоты при регенерации, и низкая концентрация отработанной кислоты, низкая стоимость очистки отработанной жидкости и т.д. Следующие две смолы сравниваются по результатам расчета количества наполнителя смолы и количества кислоты, используемой для регенерации:

#### а) Расчет объёма смолы:

Для того, чтобы обменник H<sup>\*</sup> и обменник Na<sup>\*</sup> одновременно переходили в режим регенерации, соотношение обменной смолы Н⁺ и обменной смолы № фолжно основываться на карбонатной жесткости исходной воды (т. е. щелочности воды) и некарбонатной жесткости (т.е. разница между общей жесткостью исходной воды и щелочностью). Было измерено, что общая жесткость исходной воды составляет 6,2 ммоль/л, а щелочность 5,9 ммоль/л, тогда карбонатная жесткость исходной воды = щелочность = 5,9 ммоль/л, некарбонатная жесткость = общая жесткость щелочность = 6,2-5,9 = 0,3 ммоль/л, в требованиях щелочность сточных вод системы после умягчения и регенерации должна составлять ≤0,9 ммоль/л, поэтому жесткость карбоната, удаляемого Н⁺-обменом, составляет 5,9-0,9 = 5 ммоль /л, а жесткость, удаляемая обменом №, составляет 6,2-5 = 1,2 ммоль/л. Так же известно, что рабочая обменная емкость слабокислотного катионита составляет 1800-2000 моль/м<sup>3</sup>, а рабочая обменная емкость сильнокислотного катионита составляет 800-1200 моль/м³, испарение котла составляет 35 м³/ч. С учетом продувки и других потерь производительность по очистке подпиточной воды котла рассчитывается как 38 м³/ч, непрерывная работа в течение 24 часов и регенерация один раз в день. Ниже приведены формулы для расчёта количества наполнения слабокислотной Н⁺ионообменной смолой, которая будет обозначаться как Vwh, а сильнокислотная H<sup>⁺</sup>ионообменной смола как Vsh, обменная смола Na<sup>+</sup> как Vna:

$$V_{WH} = \frac{Q \times YD \times k}{E} = \frac{38 \times 24 \times 5 \times 1.05}{1800} \approx 2.8 \text{m}^3$$

$$V_{SH} = \frac{Q \times YD \times k}{E} = \frac{38 \times 24 \times 5 \times 1.5}{1000} \approx 6.8 \text{m}^3$$

$$V_{Na} = \frac{Q \times YD \times k}{E} = \frac{38 \times 24 \times 1.2 \times 1.45}{1000} \approx 1.6 \text{m}^3$$

Данные в формуле:

Q — количество воды, производимое теплообменником, в пересчете на одну регенерацию за 24 часа, единица измерения м³;

YD — удаляемая жесткость, ммоль/л;

k — коэффициент запаса для обеспечения требуемой жесткости сточных вод, как правило, 1-1.2 для слабокислотного  $H^{+}$ -обмена, 1.2-1.8 для сильнокислотного катионита (включая  $H^{+}$ -

обмен и Nа⁺-обмен);

E - рабочая обменная емкость смолы, моль/м<sup>3</sup>.

Из результатов расчета видно, что, поскольку рабочая обменная емкость слабокислотного  $H^{+}$  ионита намного больше, чем у сильнокислотного  $H^{+}$  ионита, для заполнения требуется всего 2,8 м³ слабокислотного  $H^{+}$  ионита, и 6,8 м³ сильнокислотной  $H^{+}$  обменной смолы.

#### б) Расчет количества кислоты на одну регенерацию Н+-обменной смолы:

В соответствии с объёмом смолы, рассчитанным выше, для последующей регенерации умягчителя воды, когда регенерируются слабокислотная H+-обменная смола и сильнокислотная H+-обменная смола, количество кислоты для одной регенерации рассчитывается следующим образом:

$$m_{zw} = \frac{V_R \times E \times k \times M}{1000\epsilon} = \frac{2.8 \times 1800 \times 1 \times 36.5}{1000 \times 30\%} \approx 613 \text{kg}$$

$$m_{ZH} = \frac{V_R \times E \times k \times M}{1000 \epsilon} = \frac{6.8 \times 1000 \times 2 \times 36.5}{1000 \times 30\%} \approx 1655 \text{ kg}$$

Данные в формуле:

т., - Масса концентрированной кислоты, необходимой для одной регенерации, кг;

 $V_R$  - объем смолы в емкости,  $M^3$ ;

E — Рабочая обменная емкость смолы, как правило, для сильнокислотной ионообменной смолы Н⁺ рассчитывается как 1000 моль/м³, а для слабокислотной ионообменной смолы рассчитывается как 1800 моль/м³;

к — удельный расход регенеранта, для сильнокислотной Н<sup>⁺</sup>-ионообменной смолы обычно составляет от 1,2 до 1,8 для противоточной регенерации, от 2 до 3,5 для прямоточной регенерации, и от 1,0 до 1,1 для слабокислотной Н<sup>⁺</sup>-ионообменной смолы;

М— молярная масса регенеранта при регенерации кислотой НСІ 36,5;

 $\epsilon$ — Чистота регенерата, как правило, промышленная концентрированная соляная кислоты (HCI) от 30% до 33%.

Из результатов расчета видно, что хотя цена слабокислотного катионита выше, чем у сильнокислотного катионита, объем смолы и количество кислоты, используемой для регенерации, значительно меньше, а концентрация кислоты для регенерации обычно составляет всего 1,5%~2%HCl, для сильнокислотной смолы требуется концентрация кислоты 3%~4%HCl. Следовательно, при выборе слабокислотной катионообменной смолы общие инвестиционные затраты, а числе которых регенерация и очистка сточных вод намного ниже, а также снижается вред окружающей среды.

Можно увидеть что данная система использует слабокислотную  $H^*$ -обменную смолу для удаления карбонатной жесткости и удаляет  $CO_2$ , образующийся при  $H^*$ -обмене, через средство для удаления диоксида углерода (называемое средством для удаления углерода) для достижения цели уменьшения щелочи; Затем вода поступает в ионообменник  $Na^*$  наполненный сильнокислотным катионитом для дальнейшего удаления некарбонатной жесткости и остаточной карбонатной жесткости. Процесс водоподготовки, в рассматриваемой нами системе следующий: исходная вода  $\to$  насос  $\to$  дисковый фильтр  $\to$  слабокислотный  $H^*$  обменник  $\to$  углеродоотделитель  $\to$  резервуар для воды для удаления углерода  $\to$  промежуточный водяной насос  $\to$  обменник Na+  $\to$  бак для умягченной воды  $\to$  насос питательной воды котла  $\to$  котел. Отработанная кислотная жидкость при регенерации кислотного  $H^*$  теплообменника сбрасывается в бассейн сточных вод химзавода на единую очистку.

#### (3) Конфигурация системы

В соответствии с приведенными выше результатами расчетов, учитывая высоту расширения, необходимую для обратной промывки теплообменника, и размер резервуара для смолы, конструкция и конфигурация системы умягчения воды с водородно-натриевым ионообменом и снижения содержания щелочи выглядит следующим образом: 2 емкости для Н<sup>+</sup> ионообменной смолы высотой 1,5 м и 2,4 м, заполнены 2,8 м<sup>3</sup> слабокислотной ионообменной смолы Н<sup>+</sup>; ионообменная смола Na+ использует две емкости диаметром 1,2 м и высотой 2,2 м, и заполнены они 1,6 м3 обменной смолы Na+, емкости для соляной и солевой резервуар, имеют диаметр 1,5 м и высоту 1,2 м. Используется клапан Runxin 63640 регулирующий клапан проточного типа. Система обмена Na+ с двумя резервуарами постоянно находится в режиме, когда одна емкость работает, а вторая находится в режиме ожидания, производительность может достигать 38 м³/ч~76 м³/ч.

Поскольку конечные стоки ионообменной системы H-Na подвергаются ионообменной обработке натрия, не стоит предъявлять высокие требования к слабокислотному H<sup>+</sup>-ионообменнику, так как после него вода пройдет через Na обменник и достигнет заданных требований. По этой причине на выходе из натрий-ионообменника установлен онлайн-монитор жесткости Runxin 44310 для определения жесткости сточной воды в режиме реального времени. Когда жесткость сточной воды превышает 0,03 ммоль/л, прибор подает сигнал, так что система может быть в автоматическом режиме запускать режим регенерации.

Две емкости слабокислотных обменников  $H^{+}$  и  $Na^{+}$  соединены уникальной линией блокировки клапана Runxin, так что по крайней мере одна емкость водородно-натриевого ионного обмена работает, чтобы гарантировать, что водородно-натриевый ионообменная система умягчает воду для удовлетворения потребности в питательной воде котла. Кроме того, чтобы снизить энергопотребление оборудования и обеспечить давление подачи воды в систему, насос исходной воды и водяной насос для удаления нагара используют частотные преобразователи.



Рис. 4-14 Система водородно -натриевого ионообмена для водородно-умягчения



Рис. 4-15 Декарбанизатор и емкость для обезуглероживания воды для натриевого умягчения

#### (4) Эффективность

Спустя год эксплуатации системы водородно-натриевого ионообменного умягчения и щелочевосстановительной очистки воды, работа системы, регенерация и автоматический мониторинг полностью отвечают требованиям которые были обозначены перед запуском системы. Питательная вода и котловая вода соответствуют требованиям национального стандарта, скорость продувки котла и термический КПД котла соответствуют требованиям энергосбережения.

### 4.5.3 Система умягчения производственной воды, требующая особого контроля жесткости

Многим предприятиям необходимо использовать большое количество умягченной воды при производстве различных продуктов, где предъявляются строгие требования к жесткости подачи воды, в противном случае качество продукции не будет отвечать заявленным требованиям, поэтому необходима надежная система умягчения воды.

#### 4.5.3.1 Умягчение технической воды для пивоваренных предприятий

#### (1) Предыстория

Вода является незаменимым сырьем для виноделия, и качество вина часто зависит от качества воды. Для производственной воды виноделен мутность и жесткость являются требованиями контроля качества, которые необходимо соблюдать в процессе производства высококачественного вина.

Крупный пивоваренный завод в Китае использует в качестве источника воды подземные воды со средней мутностью 10 NTU и средней жесткостью исходной воды 8 ммоль/л; в качестве воды для пивоваренного производства требуется мутность менее 1 NTU и жесткость менее 0,03 ммоль/л, расход воды на производство требуется 200 м³/ч.

#### (2) Обзор проекта и конфигурация оборудования

Из-за высокой мутности сырой воды перед ее умягчением необходимо уменьшить мутность для чего следует использовать дисковый фильтр, чтобы гарантировать снижение мутности сырой воды с более чем 10 NTU до минимального уровня, после чего можно переходить к процесс умягчния.

Для системы очистки воды требуется расход 200 м<sup>3</sup>/ч. Одному фильтру и умягчителю воды трудно достичь такой производительности. Для этой цели используется 8 комплектов фильтров и 8 умягчителей воды, чтобы сформировать 8 комплектов параллельных систем водоснабжения. В результате можно реализовать непрерывную работу водоснабжения и раздельную регенерацию, а производство воды может достигать 200-250м<sup>3</sup>/ч.

Мультимедийная фильтрация состоит из трех видов фильтрующих материалов, они располагаются в верхней и нижней частях емкости для улучшения эффективности фильтрации. Каждый фильтр заполнен следующим образом: нижний слой - керамический песок с размером частиц 2-3 мм (около 5% от всего фильтрующего материала), средний слой - биологический керамзит с размером частиц 1-2 мм (около 35 % от всего фильтрующего материала)); верхний слой - биологический керамзит с размером частиц 0,5-1 мм (около 60% от всего фильтрующего материала). Диаметр резервуара фильтра составляет 1,5 м, высота - 2,4 м, а общая высота фильтрующего материала - около 1,5 м. Используется клапан для фильтрации Runxin 53540.

Из-за высокой жесткости сырой воды используется метод увеличения высоты резервуара для смолы и увеличения объёма смолы, чтобы умягченная вода отвечала на выходе из системе умягчения. Емкость для смолы каждого умягчителя воды имеет диаметр 1,5 м и высоту 2,4 м. Бак заполнен 2200 л натрий-ионообменной смолы используется клапан Runxin 63640. Каждый умягчитель воды и фильтр соединены последовательно, всего установлено восемь параллельных систем производства воды.

Из-за частой регенерации, нужно учитывать сложности связанные с добавлением соли в солевые баки, поэтому специально установлен солевой бак большой емкости, чтобы была возможно сразу выгружать всю соль из транспортного средства, а насыщенный или перенасыщенный соляной раствор количественно транспортируется через регенерационный насос в каждый резервуар, обеспечивая концентрацию и однородность солевого раствора. В данной установке реализуется система автоматизации добавления раствора солевого раствора что помогает сократить эксплуатационные расходы. Кроме того предусмотрен бассейн умягченной воды объемом 100 м³ для обеспечения временного аварийного водоснабжения в случае отказа оборудования.

Технологическая схема системы водоподготовки и водоснабжения: сырая вода → насосная подача сырой воды → фильтр с мультизагрузкой → умягчитель воды → бассейн с умягченной водой → производственная вода. Оборудование системы показано на рисунке 4-16.



Рисунок 4-16 Восемь групп параллельных систем фильтрации-умягчения воды

#### (3) Эффективность

После обработки фильтром с мультизагрузкой мутность сырой воды снижается с 10 NTU до менее 1 NTU; когда фильтр достигает установленного времени работы или перепад давления между входящей и исходящей водой фильтра превышает 0,05 МПа, автоматически запускается обратная промывка, жесткость исходной воды составляет 8 ммоль/л, а после умягчения не превышает 0,03 ммоль/л. Оборудование находится в эксплуатации с 2010 года и исправно работает.

#### 4.2.2.2 Система очистки деминерализованной воды для производства сажи

#### (1) Предыстория приложения

Предприятие по производству технического углерода требует большого количества деминерализованной воды. Предприятие по производству технического углерода расположено в провинции Шаньдун, Китай, для его производственной воды требуется жесткость ≤0,03 ммоль/л; используемая сырая вода представляет собой воду из глубоких подземных скважин с жесткостью 5 ммоль/л, используется полуподземный резервуар для хранения воды объемом 500 м³. , а требуемый расход очистки мягкой воды составляет 60 ~ 80 м³ / ч.

#### (2) Обзор проекта и конфигурация оборудования

Из-за высокой жесткости поступающей воды и требований к скорости потока 60-80 м³/ч в конструкции предусмотрено несколько комплектов параллельной подачи воды. Используются три комплекта емкостей для смолы ф1200×2400 мм, каждая емкость заполнена смолой 001×7 1500 л, и выбран клапан умягчения воды Runxin 63640. Через блокировочное устройство три емкости соединены параллельно, регенерация и умягчение проходят одновременно.

Для облегчения эксплуатации и экономии расходов по использованию соли организована централизованная подача солевого раствора (используется 23-26% чистый насыщенный регенерированный рассол для регулярной подачи так же солевой бак имеет датчик уровня соли и сигнализирует при нехватки солевого раствора. Общая солевая емкость сделан из полиэтилена и имеет объем 10 м3 к ней подключены три солевых бака, которые в свою очередь подают солевой раствор в емкости со смолой, подача контролируется шаровым краном Q931015C- 25. Когда регенерация соответствующего регулирующего клапана мягкой воды завершена,

шкаф управления сигналом использует внутренний сигнал сухого контакта регулирующего клапана 63640 для автоматического открытия соответствующего регулирующего клапана. Когда солевой рассол достигает установленного уровня, электрический шаровой кран автоматически

закрывается, что может обеспечить концентрацию рассола и ограничивать расход соли при регенерации. На клапане 63640 время забора солевого раствора устанавливается 0, то есть оно не ограничено и регулируется на прямую закрытием шарового крана.

Технологический процесс следующий: резервуар для хранения сырой воды — насос сырой воды (один рабочий и один резервный с установленными преобразователями частоты) → параллельная система умягчения воды (умягчение и регенерация воды параллельны)  $\rightarrow$  электрический клапан  $\rightarrow$ резервуар для умягченной воды. Сама система очистки воды в основном состоит из ионообменных емкостей (три комплекта), регулирующих клапанов (три комплекта), дозаторов соленой воды (три комплекта), резервуаров для хранения соли (три комплекта), трубопроводной арматуры и т. д. . Фактическая установка оборудования показана на рис. 4-17.



Рисунок 4-17 Схема установки системы умягчения воды

#### (3) Эффективность

С помощью блокировки и внутреннего сигнала сухого контакта автоматического регулирующего клапана 63640 реализована функция блокировки регенерации трех умягчителей воды (три комплекта умягчителей воды работают одновременно и регенерируют по отдельности). Когда все три умягчителя воды работают, скорость потока может достигать более 90 м³ / ч. Когда одна из них регенерируется, скорость потока двух других составляет около 60 м³ / ч. Жесткость воды соответствует требованиям и может обеспечить потребности производства. Оборудование установлено с 2015 года, эксплуатируется годами и работает исправно.

### 4.5.4 Применение системы очистки умягченной воды различного назначения, не требующей жесткого контроля жесткости сточных вод

В случаях если жесткость исходной воды слишком высока, что оказывает значительное влияние на некоторые производственные и хозяйственно-бытовые процессы, требуется умягчение воды, но иногда нет необходимости строго контролировать жесткость, а необходимо только снизить жесткость стоков до определенного значения. GB/T 18300 «Технические условия для автоматически управляемого натриевого ионообменника» предусматривает, что рабочая скорость потока автоматического умягчителя воды составляет 20 м/ч ~ 30 м/ч, потому что высокая скорость потока может вызвать недопустимую жесткость воды из-за неполной ионизации обмена в основном эти требования предъявляются к обработке котловой воды и других умягченных вод, требующих строгого контроля жесткости. Для очистки умягченной воды, не требующей строгого контроля жесткости сточных вод, можно рассмотреть целесообразное увеличение рабочего расхода. Исходя из того, что жесткость сточных вод соответствует требованиям, можно сконфигурировать относительно небольшую емкость для смолы, чтобы снизить затраты на приобретение оборудования. Ниже для справки представлены некоторые случаи применения обработки умягченной воды для производственной или бытовой воды.

### 4.5.4.1 Применение систем умягчения для очистки взлетно-посадочных полос в аэропортах

#### (1) Предыстория

Загрязнение взлетно-посадочной полосы аэропорта жиром может привести к случайной потере контроля над скольжением колес самолета, что превышает диапазон настроек приборов самолета. В случаях необходимости, взлетно-посадочная полоса аэропорта должна быть обработанная специальным раствором с содержанием определенных химических реагентов для растворения жиров, но слишком жесткая вода может привести с снижению концентрации этих веществ в воде, а также из-за того, что обработка полосы проходит под давление может забить сопло распылителя. В северных регионах в зимний период выпадение осадков может привести к замерзанию нефтяных ферментов, что приводит к тому, что обработка ведётся горячей водой порядка 60°С, которая так же требуется предварительного умягчения.

Крупномасштабная система обработки мягкой воды для очистки взлетно-посадочной полосы для аэропорта на севере Китая. Сырой водой является грунтовая вода со средней жесткостью 6,8 ммоль / л. Требуется, чтобы жесткость сточных вод после умягчения была менее 0,6 ммоль/л, а расход воды составлял 100 м³/ч.

#### (2) Обзор проекта и конфигурация оборудования

Учитывая, что при очистке взлетно-посадочной полосы аэропорта воды большой, а время очистки не фиксировано, система очистки умягченной воды рассчитана на использование четырех умягчителей воды с управляющим клапаном Runxin 63640. Установлена система очистки и система блокировки для одновременной регенерации и умягчения воды. Диаметр

емкости со смолой для каждого умягчителя воды составляет 1,5 м, а высота - 2,4 м. взаимосвязанных умягчителей воды

Резервуар заполнен 2,5 м³ натрийионообменной смолы 001×7, диаметр резервуара для поддерживающей регенерационной соли составляет 1,5 м, а высота 1,5м. Производительность системы составляет 70 м³/ч~100 м³/ч.

Технологическая схема водоподготовки, следующая: исходная вода  $\rightarrow$  насос с преобразованием частоты  $\rightarrow$  система умягчения  $\rightarrow$  пластиковый резервуар для воды, армированный стекловолокном  $\rightarrow$  вода для очистки эжектора. Оборудование показано на рис. 4-19.



Рис. 4-19 Параллельная система из четырех

#### (3) Эффективность

Жесткость воды системы составляет менее 0,6 ммоль/л, что соответствует требованиям очистки взлетно-посадочных полос в аэропортах. Оборудование находится в эксплуатации с 2012 года и работает исправно.

#### 4.5.4.2 Водоснабжение детских бассейнов

#### (1) Предыстория

Плавание в теплой воде для младенцев может улучшить кровообращение, увеличить объем легких, а также повысить иммунитет. В настоящее время в различных городах создано множество детских бассейнов и детских спа-центров, в которых есть места для плавания для детей в возрасте от 0 до 12 месяцев. Поскольку кожа ребенка более чувствительна чем у взрослых вода в таких бассейнах должна быть умягчена.

В детском бассейне вода подается из городского водопровода, жесткость исходной воды составляет 5,5 ммоль/л.

#### (2) Обзор проекта и конфигурация оборудования

В системе очистки умягченной воды используются два умягчителя воды, каждый из которых имеет соответствующую емкость для смолы диаметром 0,9 м и высотой 2 м. Емкость заполнена 750 л натрий-ионообменной смолы 001×7, а бак для соли имеет диаметр 0,9 м и высота 1,2 м. В данной системе используется автоматический клапана управления Runxin 63618, образуя систему с двумя клапанами и двумя резервуарами, которая может обеспечивать одновременную подачу воды и раздельную регенерацию за счет блокировки с производительностью воды 15-20 м³/ч. Учитывая большое количество воды, используемой за один раз, установлена емкость для умягченной воды из нержавеющей стали 304 она предназначена для обеспечения бесперебойного использования воды в рабочее время.

Система и оборудование для очистки умягченной воды показаны на рис. 4-20.

Технологический процесс умягчения воды: исходная вода  $\rightarrow$  насос  $\rightarrow$  умягчитель воды  $\rightarrow$  резервуар для умягченной воды из нержавеющей стали  $304 \rightarrow$  трубопровод для плавательного бассейна.

#### (3) Эффективность

Оборудование введено в эксплуатацию с 2017 года, и вода отвечает требованиям

Рисунок 4-20 Устройство для умягчения воды для детского бассейна

жесткости воды для детского плавания менее 0,6 ммоль / л.

#### 4.5.4.3 Система водоподготовки для умягчения воды для моечных предприятий

#### (1) Предыстория

Часто требуется очистка большого количества простыней, стеганых одеял, полотенец, скатертей, одежды и т. д., используемых в отелях. Если для очистки используется жесткая вода с высокой жесткостью, ионы жесткости, такие как кальций и магний, легко вступают в реакцию с моющими средствами, что не только снижает очищающий эффект, но и увеличивает количество используемого моющего средства. Кроме того, образовавшийся осадок легко проникает в волокна ткани, делая ткань после чистки грубой и жесткой, легко окисляется с образованием желтых «пятен». Если стирать в мягкой воде с низкой жесткостью, можно сохранить мягкость и чистый цвет одежды даже при использовании обычного стирального порошка. Поэтому прачечным предприятиям необходимо использовать мягкую воду для стирки всех видов одежды.

Стиральная компания в провинции Шаньдун, Китай, специализируется на предоставлении услуг по стирке различных видов одежды и стеганых одеял для отелей и других клиентов. Исходная вода — вода из самостоятельных скважин, несколько мутная, содержащая небольшое количество крупнозернистого ила, со средней жесткостью 16 ммоль/л. Расход воды составляет более 4 м³/ч, а жесткость сточных вод не должна превышать 1 ммоль/л.

#### (2) Обзор проекта и конфигурация оборудования

Поскольку используемая колодезная вода содержит небольшое количество грязи и песка, если их не удалить, они легко загрязнят смолу, дистрибьюторы внутри емкости, а также могут повредить уплотняющую поверхность регулирующего клапана, поэтому для удаления требуется предфильтр для уменьшения мутности, состоящий из кварцевого песка + двухкомпонентная фильтрация из антрацита + мультипатронный фильтр с 5ю картриджами по 40 дюймов с микронностью 5 мкм, а производительность достигает 7,5 м³/ч.

Поскольку жесткость исходной воды достигает 16 ммоль/л, обычным стационарным умягчителям трудно отвечать требованиям жесткости воды. С этой целью умягчитель воды с плавающим слоем предназначен для улучшения эффекта умягчения и увеличения скорости потока воды за счет увеличения высоты слоя смолы. Для этого оборудованы две емкости смолы с плавающим слоем (диаметр 0,5 м, высота 1,8 м). Поскольку входящая вода тщательно

фильтруется, во время регенерации не требуется обратная промывка. Поэтому смола заполняется на расстоянии 8 см от верхнего дистрибьютора. В данной установке используется Runxin 17606, рабочий процесс сделан таким образом что одна емкость находится в режиме работа, а вторая в режиме ожидания, общий расход воды составляет 4  $\text{м}^3/\text{ч} \sim 6 \, \text{м}^3/\text{ч}$ .

Технологический процесс умягчения воды: исходная вода  $\to$  насос  $\to$  фильтрация с двумя засыпками и прецизионный фильтрующий элемент  $\to$  умягчитель воды с плавающим слоем  $\to$  емкость для умягченной воды  $\to$  производственная вода.

Установка устройства показана на рис. 4-21.



Рисунок 4-21 Автоматическое управление умягчителем воды с плавающим слоем

#### (3) Эффективность

После того, как исходная вода фильтруется с помощью двойного фильтрующего материала и прецизионного фильтра, примеси, такие как грязь и песок, удаляются, чтобы обеспечить снижение мутности до уровня менее 2NTU перед поступлением в систему умягченной воды с плавающим слоем, что значительно снижает загрязнение смолы. Таким образом, плавающий слой может гарантировано работать без обратной промывки. Используется увеличенная емкость для смолы, и смола заполняется всего в 8 см от верхнего дистрибьютора, что значительно увеличивает высоту всего слоя смолы. Хотя средняя жесткость исходной воды достигает 16 ммоль/л, жесткость сточных вод может по-прежнему соответствовать требованиям. Оборудование находится в хорошем состоянии с момента установки в 2017 году и используется до сих пор.

#### 4.5.4.4 Умягчение воды для производства морепродуктов

#### (1) Предыстория

К воде для производства и переработки морепродуктов также предъявляются определенные требования по жесткости воды: слишком высокая или низкая жесткость воды влияет на качество и вкус продукта. Жесткость воды, используемой для производства и переработки морских водорослей компанией в Даляне, должна поддерживаться на уровне около 2,8 ммоль/л. В качестве исходной воды используются местные подземные воды со средней жесткостью 8,9 ммоль/л и мутностью менее 5 NTU. Для производства требуется водоснабжение не менее 6 м³/час.

#### (2) Обзор проекта и конфигурация оборудования

Поскольку жесткость производственной воды необходимо контролировать на уровне 2,8 ммоль/л, несмотря на то что жесткость поступающей воды достигает 8,9 ммоль/л, при вводе в эксплуатацию умягчителя жесткость воды достаточно низкая, но увеличивается по мере выработки смолы, поэтому существует сложность в контроле жесткости на уровне 2,8 ммоль/л. В данном случае используется метод частичного умягчения, то есть часть воды умягчается для снижения жесткости до определенного значения, а затем смешивается с исходной водой в определенной пропорции, чтобы гарантировать, что жесткость воды, используемой для производства, поддерживается на уровне (2,8±0,2) ммоль/л.

Емкость для смолы умягчителя имеет диаметр 0,6 м и высоту 1,9 м, заполнена 350 л смолы и использует клапан 63610. После отладки системы поток умягченной воды составляет 5 м $^3$ /ч, жесткость составляет 0,1 ммоль/л $\sim$ 0,3 ммоль/л, а смешанная с исходной водой с жесткостью 8,9 ммоль/л составляет 2,2 м $^3$ /ч. В итоге жесткость воды можно поддерживать на уровне (2,8 $\pm$ 0,2) ммоль/л.

Технологический процесс следующий: исходная вода  $\rightarrow$  насос (с преобразователем частоты)  $\rightarrow$  умягчитель воды  $\rightarrow$  резервуар для умягченной воды (добавление исходной воды для смешивания)  $\rightarrow$  производственная вода. Система трубопроводов для добавления исходной воды в резервуар для умягченной воды оснащена электрическим шаровым краном Runxin с регулированием потока, который автоматически контролирует смешивание исходной воды и работу умягчителя, которые необходимо синхронизировать, и автоматически прекращает дозацию исходной воды в резервуар в случае если умягчители переходит в режим регенерации.

#### (2) Эффективность

Система умягчения находится в эксплуатации с 2014 года, работает исправно и соответствует требованиям к воде для производственного процесса.

#### 4.5.5 Применение клапана Жуньсинь в управлении Интернетом вещей

В связи с постоянным улучшением требований людей к технологиям промышленного управления и развитием связанных технологий, Ассоциация электронной промышленности разработала и выпустила отраслевой стандарт шины RS-485 на основе стандарта промышленной шины RS-422 в 1983 году. Стандарт промышленной шины RS-485 имеет возможность эффективного подавления шума, эффективную скорость передачи данных и хорошую надежность передачи данных, а также длину масштабируемых коммуникационных кабелей, которые не имеют себе равных во многих других промышленных стандартах связи. Таким образом, шина RS-485 широко используется во многих областях, таких как отрасль промышленного контроля, отрасль автоматизированного контроля и сеть связи полевой шины.

На многих предприятиях, которые используют оборудование для очистки воды, поскольку для обслуживания оборудования для очистки воды требуется профессиональный и технический персонал, но некоторые их них имеют только один или несколько комплектов оборудования для очистки воды, а стоимость укомплектования профессиональным технческим персоналом очень высокая, поэтому возникла необходимость привлечения внешних подрядчиков для обслуживания оборудования для очистки воды. То есть один специалист по техническому обслуживанию может обслуживать оборудование многих компаний, и вовремя приходить и решать проблему при появлении проблемы. Однако поиск проблем по принципу «от двери к двери» требует много времени и труда. В последние годы, Жуньсинь разработал контрольные клапаны с интерфейсом связи RS-485, как серия P, N74A/N75A, F95, F112/F96 и т. д. Интерфейс RS-485 применяет международное общеупотребительное соглашение связи MODBUS RTU и способ соединения провода двухпроводной системы, может выполнять обмен данными со многими другими контроллерами, обладающимиэтой функцией связи, представленными на рынке, для реализации централизованного мониторинга системного оборудования.

По последовательности передачи: порта RS-485 клапана Жуньсинь  $\rightarrow$  шлюз интернета вещей  $\rightarrow$  облачная платформа  $\rightarrow$ PC/APP мобильника, то есть шлюз собирает текущее состояние, информацию о неисправностях и другие данные контрольного клапана в режиме реального времени посредством порта RS-485, сообщает об этом на облачную платформу и использует кадры системных операций, отредактированных соответствующим конфигурационным программным обеспечением облачной платформы, для привязки соответствующих данных контролирующего клапана и реализации удаленного управления визуализацией контролирующего клапана с помощью мобильных устройств, таких как компьютеры, мобильные телефоны или планшеты посредством облачной платформы, включая отображение данных в реальном времени, блок-схему технологического процесса, дистанционное управление, запрос

и изменение параметров, запись аварийных сигналов оборудования и т. д. Как показано на рисунке 4-22.



Рис. 4-22 Демонстрационная система клапан Жуньсинь с коммуникационным портом RS-485 для подключения интернета вещей

#### Пример применения

Компания по производству новых материалов в Шэньяне является ключевым высокотехнологичным предприятием, специализирующимся на исследованиях, разработках и производстве специальных сплавов. Его отдел технического обслуживания оборудования состоит из высокообразованных сотрудников. Техническое обслуживание оборудования для очистки воды преследует цель четкого контроля и удобного управления.

Этот комплект оборудования для очистки воды состоит из 2 штукаN75A и 1 штук F74A3 с функцией связи RS-485 для формирования системы предварительной очистки фильтра с кварцевым песком, фильтра с активированным углем и автоматического водоумягчителя. Он подключен к PLC через интерфейс связи RS485 и завершен удаленное управление и мониторинг "клапан Жуньсинь" с помощью программного обеспечения. Работа оборудования регулярно проверяется удаленно один день каждого месяца, и пользователям предоставляются разумные предложения по управлению. Используется технология интернета вещей для сбора, загрузки, систематизации и анализа данных об оборудовании и вывода их на оконечное оборудование, такое как мобильные телефоны и планшеты, чтобы сотрудники отдела технического обслуживания могли управлять оборудованием для очистки воды в офисе, эффективно снизит объем работы и повышает эффективность работы. Установка оборудования показана на рис. 4-23.



Рис. 4-23 Оборудование для очистки воды интернета вещей компании в Шэньяне

# 5 Применение клапанов Runxin в очистке деминерализованной воды

Целью обработки деминерализованной воды является удаление из воды различных солевых примесей для получения чистой или сверхчистой воды. Обработка деминерализованной воды широко используется в очистке воды для котлов среднего и высокого давления, электронной промышленности, фармацевтической промышленности, производстве чистой воды, производстве косметики, а также лабораторных испытаниях и испытаниях воды в различных отраслях промышленности.

В настоящее время методы опреснения в основном включают ионообменное первичное опреснение (получение чистой воды), первичное опреснение + обработка смешанным слоем (получение сверхчистой воды), обратный осмос (RO) + обработка смешанным слоем, обратный осмос + электродеминерализация (EDI) и т.д. Среди них ионообменное опреснение заключается в использовании катионообменной и анионообменной смолы для удаления солей посредством ионообменной реакции, которая относится к химическому опреснению, обратный осмос и мембранная опреснительная обработка с помощью электрического опреснения в основном представляют собой физическое опреснение, которое быстро развивается в последние годы.

#### 5.1 Ионообменное опреснение воды

Процесс ионообменного опреснения заключается в использовании катионообменной смолы типа  $H^{+}$  для ионообмена различных катионов в воде на  $H^{+}$  и использовании анионообменной смолы типа  $OH^{-}$  для обмена различных анионов в воде на  $OH^{-}$ , а затем  $H^{+}$  и  $OH^{-}$  объединяются в  $H_{2}O$ . После этой ионообменной обработки можно удалить почти все виды солей в воде, поэтому данный процесс называется ионообменным опреснением воды или химическим опреснением волы.

#### 5.1.1 Принцип ионообменного опреснения

Когда вода проходит через  $H^{-}$ -обменную смолу в катионообменнике (далее именуемый катионным слоем), различные катионы в воде заменяются  $H^{+}$  в смоле и остаются на смоле, в то время как  $H^{+}$  уходит в воду. Реакция обмена может быть представлена следующей формулой:

$$2RH + Mg
\begin{cases}
Cl_2 \\
SO_4 \\
Na_2
\end{cases}
\begin{pmatrix}
Ca \\
HCO_3 \\
(HSiO_3)_2
\end{pmatrix}
\rightarrow
R_2
\begin{cases}
Ca \\
Mg \\
Na_2
\end{pmatrix}
\begin{pmatrix}
2HCl \\
H_2SO_4 \\
2H_2CO_3 \\
2H_2SiO_3
\end{cases}$$

Смола Н-типа+Входящая вода в слои катионита+Отработанная смола+Вода после катионита

Из вышеприведенной реакции видно, что поток катионного слоя содержит сильные кислоты, такие как  $H_2SO_4$  и HCI, соответствующие анионам в поступающей воде, и слабые кислоты, такие как  $H_2CO_3$  и  $H_2SiO_3$ , поэтому он является кислым. Среди них  $H_2CO_3$  превращается в  $CO_2$  в кислой воде, которая удаляется с помощью удаления углерода, а затем поступает в анионообменник (далее именуемый анионным слоем), в это время различные анионы в воде обмениваются и поглощаются OH-смолой, а OH- на смоле заменяется водой и соединяется с H- в воде с образованием  $H_2O_3$  и его реакция обмена может быть выражена следующей формулой:

 $2ROH + \begin{cases} 2HCl \\ H_2SO_4 \\ 2H_2CO_3 \\ 2H_2SiO_3 \end{cases} \rightarrow R_2 \begin{cases} Cl_2 \\ SO_4 \\ (HCO_3)_2 \\ (HSiO_3)_2 \end{cases} + 2H_2O$ 

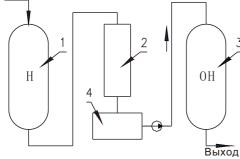
Смола типа ОН+Входящая вода в слои анионита+Отработанная смола+Исходящая вода из слоев анионита

В деминерализованной воде после опреснения первой ступени удаляются различные анионы и катионы, и в воде остается лишь небольшое количество ионов натрия и кремнезема (обычно контролируемое ниже 100 мкг/л), а электропроводимость воды может достигать менее 5 мкСм/см. Такая вода уже может удовлетворять потребности в подпиточной воде для котлов тепловых электростанций низкого давления, а также требования к чистой воде в общих отраслях промышленности. Для высокопродуктивных котлов или электронной промышленности, если необходимо получить сверхчистую воду (проводимость ≤0,2 мкСм/см; SiO2≤20 мкг/л), необходимо установить очистку со смешанным слоем после первичной обработки опреснения, т.е. требуется удаление остаточных анионов и катионов в воде.

#### 5.1.2 Общие системы ионообменного опреснения

#### 5.1.2.1 Одноступенчатая система опреснения со смешанным слоем

Среди систем ионообменного опреснения самой простой является одноступенчатая система опреснения со смешанным слоем, она показана на рисунке 5-1, На рисунке видно что в емкостях находятся ионообменные смолы типа Н и ОН. Ионообменник со смолой Нтипа принято называть катионным слоем, ионообменник со смолой ОНтипа - анионитным слоем, ионообменник со смолой Нтипа и смолой ОНтипа, смешанной вместе, называется ионообменником со смешанным слоем.



сильнокислотный ионообменник Н-типа; 2-удаление углерода; 3-сильнощелочной ионообменник ОН-типа; 4-резервуар промежуточной воды.

Рисунок 5-1 Одноступенчатая система со смешанным слоем

В системе ионообменного опреснения слой катионов обычно находится вначале, а слой анионов - позади, и этот порядок обычно нельзя изменить. Причины этого заключаются в следующем:

- (1) Если анионный слой находится вначале, после того, как кальций, магний, железо и другие соли в воде заменяются анионной смолой ОН-типа, Mg(OH)2, Ca(OH)2, Fe(OH) 3 они будут осаждаться во время работы, прилипать к поверхности смолы, блокировать и загрязнять смолу, что в итоге приведет к неполноценной ионообменной реакции.
- (2) Катионный слой находится перед анионным слоем. После того, как кислая вода после катионного обмена попадает в анионный слой, H+ может быть немедленно нейтрализован ОН-, что способствует диссоциации основных групп анионита и может улучшить обменную способность анионообменной смолы, что очень благоприятно для анионообменной реакции.

- (3) Удаление кремния является одной из трудностей при опреснении воды. Если № в воде не удаляется, удаление кремния будет более сложным, и разрушение анионитного слоя будет ускорено.
- (4) Химическая стабильность и способность защиты от загрязнения катионита лучше, чем у анионита, а цена намного ниже, чем у анионита. Катионный слой может защитить анионит.

В одноступенчатой системе опреснения со смешанным слоем катионный слой заполнен сильнокислотным катионообменником, анионный слой заполнен сильноосновной анионообменной смолой. Для опреснения исходной воды с высоким содержанием солей также может использоваться смола слабого типа, которая имеет преимущества большой обменной емкости и легкой регенерации, а ионообменник слабого типа может быть установлен перед теплообменником сильного типа. Однако, поскольку слабая катионитная смола имеет слабую способность к обмену ионов натрия, слабая анионная смола имеет слабую способность к обмену карбонатов и почти не может удалять кремний, поэтому для удаления ионов натрия и кремнезема в воде необходимо установить емкость с сильнокислотной смолой после слабокислотного типа.

Обычно катионообменную смолу регенерируют с помощью соляной кислоты, а анионообменную смолу регенерируют с помощью гидроксида натрия. Поскольку обменная емкость анионообменной смолы обычно намного меньше, чем у катионообменной смолы (см. Таблицу 5-1), объём анионного слоя обычно должн быть больше, чем объём катионного слоя, или анионообмен должен быть задан как сочетание слабо кислотного и сильно кислотного анионного слоя.

Из-за влияния окисляющих веществ (таких как свободный остаточный хлор) и ионов тяжелых металлов (таких как  $Fe^{3+}$ ) смола может загрязняться и терять свою ионообменные свойста. Практика показывает, что при содержании в исходной воде 0,5 мг/л свободного остаточного хлора ( $Cl_2$ ) смола значительно ухудшается уже через 4–6 месяцев эксплуатации. При высоком содержании  $Fe^{3+}$  в исходной воде или коррозии трубопровода может быть вызвано «загрязнение» смолы, и рабочая обменная емкость начнет резко снижаться. В это время, даже если для восстановительной обработки использовать 10% HCI, можно получить лишь временное улучшение, и через несколько циклов работы обменная емкость снова упадет. Поэтому при использовании ионообменного обессоливания особое внимание следует уделять оборудованию, а система трубопроводов должна иметь хорошую антикоррозийную обработку.

Таблица 5-1. Рабочая обменная емкость широко используемых ионообменных смол.

Модель	Тип	Емкость mmol/g	Раб. Емкость mol/m³	Основа	Основное применение	
001×7	001×7 Сильноосновная катионитная смола		1100~1500	Na <sup>†</sup>	Умягчение жесткой воды, опреснение, удаление	
D001	Макропористая сильноосновная катионная смола	≥4. 0	1100~1400	Na <sup>†</sup>	катионов, очистка сточных вод	
111	Слабоосновная катионитовая смола	≥12.0	2000~2500	Н <sup>†</sup>	Умягчение жесткой воды, опреснение для удаления катионов	
D111	Макропористая сильноосновная катионная смола	≥9. 0	1800~2200	H⁺	Водоподготовка, очистка сточных вод от гальванических никельсодержащих медей составляющих	
201×4	Сильноосновная анионная смола типа I	≥3.5	350~450	СГ	Обессоливание для удаления анионов	

Макропористая Обессоливание для D201 ≥3.0 450~500 CI сильноосновная удаления анионов анионная смола типа I Обессоливание для Слабоосновный 800~1000 CI 303×2 ≥5. 0 анионит удаления анионов Макропористая Обессоливание для Своб.амин ≥4.0 1000~1200 D301 слабоосновная удаления анионов анионная смола Макропористая Обессоливание, опреснение Своб.амин ≥6.5 D311 слабоосновная солоноватой воды анионная смола

#### 5.1.2.2 Селективность ионообменных смол

Закон последовательности селективности анионообменных и катионообменных смол выглядит следующим образом:

(1) Последовательность селективности сильнокислотного катионита по отношению к обычным катионам следующая:

$$Fe^{3+} > Al^{3+} > Ca^{2+} > Mq^{2+} > K^{+} \approx NH_{A}^{+} > Na^{+} > H^{+}$$

(2) Порядок селективности слабокислотного катионита по отношению к обычным катионам следующий:

(3) Порядок селективности сильноосновной анионообменной смолы по отношению к обычным анионам следующий:

(4) Порядок селективности слабоосновной анионообменной смолы по отношению к обычным анионам следующий:

$$OH^{-} > SO_{4}^{-2} > NO_{3}^{-} > CI^{-} > HCO_{3}^{-}$$

Из вышеприведенных правил видно, что H+ сильнокислотного катионита находится внизу, что свидетельствует о том, что его нелегко регенерировать, и для эффективной регенерации необходимо увеличить концентрацию регенеранта; слабокислотный катионит и OH слабоосновного анионита - занимают первое место, что указывает на то, что слабая основная смола легко регенерируется; но слабо основный катионит имеет слабую способность к ионообмену  $Na^+$ , слабоосновной анионит имеет слабую способность обменивать  $HCO_3^-$  и не может обменивать  $HSiO_3^-$ . Видно, что отверждение слабо основной смолы может снизить расход регенеранта, но для удаления  $Na^+$  и  $HSiO_3^-$  в воде необходимо использовать сильно основный катионит и сильноосновную анионит. Кроме того, можно увидеть, что  $Na^+$  и  $HSiO_3^-$  всегда обмениваются в последнюю очередь, поэтому для  $H^+$ -ионообменной смолы Na+ обычно используется в качестве контрольной точки работы катионного слоя, в то время как для сильноосновной OH ионообменной для контрольной точки используется  $HSiO_3^-$ .

#### 5.1.2.3 Различные распространенные системы ионообменного опреснения

Помимо простой одноступенчатой системы с составным слоем, так же есть системы которые сформированы путем конфигурирования различного ионообменного оборудования и смол в соответствии с качеством исходной воды и качеством подпиточной воды, чтобы достичь требуемых показатель. Кроме того, во избежание загрязнения взвешенными веществами, коллоидными веществами, органическими веществами, свободным остаточным хлором и т.п. и обеспечения срока службы ионообменной смолы необходимо использовать предочистку в числе которых кварцевый и фильтры с активированным углем. Конфигурация и применимость обычных систем ионообменного опреснения следующие:

(1) Фильтр из кварцевого песка (или волокна) → фильтр с активированным углем → сильный основный катионит → средство для удаления углерода (промежуточный резервуар для воды) → сильно основный анионит → резервуар для деминерализованной воды первого уровня.

Эта простейшая одноступенчатая система обессоливания подходит для исходной воды с низкой щелочностью, минерализацией и содержанием кремния, а также для обработки низкокачественной опресненной воды.

(2) Фильтр с кварцевым песком (или волокном)  $\to$  фильтр с активированным углем  $\to$  сильно основный катионит  $\to$  средство для удаления углерода (промежуточный резервуар для воды)  $\to$  слабо основный анионит  $\to$  сильно основный анионит  $\to$  резервуар для деминерализованной воды первого уровня.

Система последовательно соединяет слой слабо основного анионита перед слоем сильно основного анионита, что подходит для исходной воды с высоким содержанием соли или кремния, но низкой щелочностью. Он в основном использует характеристики слабой основной анионитной смолы с большой обменной емкостью и легкой регенерацией. Во время работы большая часть анионов сильной кислоты в воде удаляется через слабо основную анионитную смолу, что может значительно способствовать более эффективному удалению силикатных ионов с помощью сильно основной анионной смолы, к тому же нужно убедится, что содержание кремния в сточных водах соответствует требованиям. При регенерации слабо основная анионитная смола может быть лучше регенерирована только путем регенерации щелочи с более низкой концентрацией. Таким образом, добавление слабо основного анионита в систему может не только обеспечить качество очищенной воды (особенно по кремнию), но и повысить экономичность работы системы.

(3) Фильтр с кварцевым песком (или волокном)  $\to$  фильтр с активированным углем  $\to$  слабо основный катионит  $\to$  сильно основный катионит  $\to$  средство для удаления углерода (промежуточный резервуар для воды)  $\to$  сильно основный анионит  $\to$  резервуар для деминерализованной воды первого уровня.

В системе устанавливается слой слабо основного катиона перед слоем сильно основного катиона, который подходит для исходной воды с высокой карбонатной жесткостью и щелочностью, но не слишком высоким содержанием кремния. Он в основном использует характеристики слабо основной катионитовой смолы с большой обменной емкостью и легкой регенерацией, удаляет карбонатные катионы с помощью слабо основной катионообменной смолы и использует отработанную жидкость регенерации, сбрасываемую из сильно основный катионитовый слой, для регенерации слабо основной катионовой смолы, уменьшая кислотность и потребление регенерата.

(4) Фильтр с кварцевым песком (или волокном)  $\to$  фильтр с активированным углем  $\to$  слабо основный катионит  $\to$  сильно основный катионит  $\to$  средство для удаления углерода (промежуточный резервуар для воды)  $\to$  слой слабо основного анионита  $\to$  слой сильно основного анионита  $\to$  резервуар для деминерализованной воды первого уровня.

Система подходит для воды с высокой щелочностью и содержанием солей в исходной воде. Она оснащена слабоосновым катионитом и слабоосновным анионионитом, которые могут не только улучшить деминерализующую способность ионного обмена, но и снизить потребление регенерата.

(5) Фильтр с кварцевым песка (или волокном)  $\to$  фильтр с активированным углем  $\to$  сильно основный катионит  $\to$  средство для удаления углерода (промежуточный резервуар для воды)  $\to$  сильный основный анионит  $\to$  первичный резервуар для деминерализованной воды  $\to$  смешанный слой  $\to$  вторичный резервуар для деминерализованной воды.

Система подходит для опреснения воды с высокими требованиями к качеству воды (проводимость сточных вод ≤ 0.2 мкс/см).

Фильтр с кварцевым песком (или волокном)  $\rightarrow$  фильтр с активированным углем  $\rightarrow$  слой слабо основной катионит $\rightarrow$  слой сильно основный катионит  $\rightarrow$  средство для удаления углерода (промежуточный резервуар для воды)  $\rightarrow$  слой слабо основного анионита  $\rightarrow$  слой сильно основного аниона  $\rightarrow$  резервуар первичной деминерализованной воды  $\rightarrow$  смешанный слой  $\rightarrow$  вторичный резервуар для деминерализованной воды

Система подходит для опреснения воды с высокой щелочностью, соленостью и содержанием кремния в исходной воде и высокими требованиями к качеству опресненной воды. Однако в настоящее время для такой воды в большинстве случаев используется обратный осмос + доочистка.

#### 5.1.2.4 Двухслойные засыпки и двухкамерные двухслойные засыпки

В некоторых системах опреснения слабо основная катионная смола и сильно основная катионная смола или слабоосновный анионит и сильноосновный анионит располагаются в одной и той же емкости, то есть устанавливается двухкамерная емкость с двойным слоем. В емкости с двойным слоем используется слабокислотная (или слабоосновная) смола, чтобы иметь меньшую плотность, чем сильнокислотная (или сильноосновная) смола, так что слабо основная смола находится в верхней части сильно основной смолы. Во время регенерации регенерирующая жидкость подается снизу вверх, и сначала регенерируется сильно основная смола, а затем регенерируется слабо основная смола. Двухкамерная емкость с двухслойной засыпкой разделен на верхнюю и нижнюю камеры пористыми перегородками, в подобных емкостях слабо основная смола и сильно основная смола заполняются раздельно, образуя двухкамерную двухслойную систему.

Преимущества двухслойной засыпки и двухкамерной двухслойной засыпки это без увеличения оборудования используются преимущества слабо основной смолы с большой обменной емкостью и легкой регенерацией для достижения эффекта повышения эффективности ионообменника и снижения потребления регенеранта, в тоже время в системе присутствует сильно основный катионит.

Двухслойные засыпки и двухкамерные двухслойные засыпки хотя и обладают вышеуказанными преимуществами, также имеют и очевидные недостатки, смола в подобных системах легко загрязняется коллоидным кремнием. Это связано с тем, что когда сильно основный анионит и слабоосновный анионит регенерируются в одной и той же емкости, отработанная жидкость регенерации, выводимая из сильно основного анионита, содержит соединения с высоким содержанием кремния, а когда она проходит через слабо основный анионит, слабый анионит его легко адсорбируется ОН снижает значение рН в регенерирующем растворе, так что соединение кремния легко образует коллоидную кремниевую кислоту и откладывается в смоле, особенно при низкой температуре, в последующем очистить смолу от кремниевой кислоты очень сложно. Высокое содержание кремния в воде, вызванное загрязнением, влияет на качество деминерализованной воды и периодическое производство воды. Для предотвращения загрязнения коллоидным диоксидом кремния могут быть приняты следующие меры:

- а) Поэтапная регенерация: сначала используется 1% раствор NaOH для регенерации с более высокой скоростью потока, в таких условиях количество заменяемой кремниевой кислоты невелико, но слабо основная анионитовая смола может быть первоначально регенерирована, а слой смолы является щелочным. Затем используется от 3% до 4% NaOH для регенерации при более низкой скорости потока, что позволяет избежать осаждения коллоидной кремниевой кислоты из-за снижения pH.
- b) Соответствующим образом нужно увеличить температуру регенерирующей жидкости. Увеличивая температуру или добавляя в регенерирующую жидкость конденсированную воду, температуру регенерирующей жидкости NaOH можно повысить примерно до 50 °C для улучшения эффекта регенерации.

#### 5.1.3 Декарбонизатор

#### 5.1.3.1 Назначение декарбонизатора

В системе обессоливания устройство для удаления углерода обычно устанавливается после катионной засыпки. Поскольку исходная вода заменяется  $H^+$ , карбонаты в воде в основном превращаются в угольную кислоту и легко разлагаются на воду и углекислый газ. Когда значение pH воды ниже 4,3, почти все карбонатные соединения в воде существуют в виде свободного  $CO_2$ , который легко удаляется с помощью средства декарбониатора.

Цель установки декарбонизатора: с одной стороны, угольная кислота в кислой воде в основном представляет собой  ${\rm CO_2}$ , который может быть удален с помощью декарбонизатора; с другой стороны, удаление  ${\rm CO_2}$  может снизить нагрузку на анионитовый слой и улучшить эффективность удаления кремния. Декарбоназитор не установлен или процесс удаления углерода не эффективен,  ${\rm CO_2}$  в воде будет преобразован в  ${\rm HCO_3}$  после попадания в анионный слой, эффективность работы анионообменной смолы снизится что приведет к снижению эффективности удаления кремния, помимо это будет поэтапное сокращение цикла производства воды и увеличения количества регенераций.

Для гарантии полноценной работы декарбонизатора, следует регулярно проводить измерение  $CO_2$  в промежуточном резервуаре для воды, регулярно обслуживать декарбонизатор и вовремя заменять поврежденную загрузку.

#### 5.1.3.2 Принцип работы декарбонизатора

Свободный  $CO_2$  в воде можно рассматривать как газ, растворенный в воде, и его растворимость в воде подчиняется закону растворения газа (т. е. растворимость любого газа в воде пропорциональна парциальному давлению этого газа на поверхности воды). Следовательно, пока парциальное давление  $CO_2$  в газе на поверхности воды снижается, свободный  $CO_2$  в воде может быть удален, и декарбонизатор разработан в соответствии с этим принципом.

Среди различных систем ионообменной очистки воды наиболее часто используемым средством для удаления углерода является декарбонизатор нагнетательного типа. Его структура показана на рис. 5-2. Принцип работы устройства заключается в следующем:  $CO_2$ , растворенный в воде, контактирует с воздухом, продуваемым в обратном направлении. Поскольку содержание  $CO_2$  в воздухе очень мало (около 0,03% атмосферного давления), согласно закону растворения газа количество  $CO_2$  в воде будет продолжать улетучиваться до тех пор, пока ее парциальные давления не уравновесятся. Содержание  $CO_2$  в воде, как правило, может быть снижено до уровня менее 5 мг/л с помощью струйного удаления углерода.

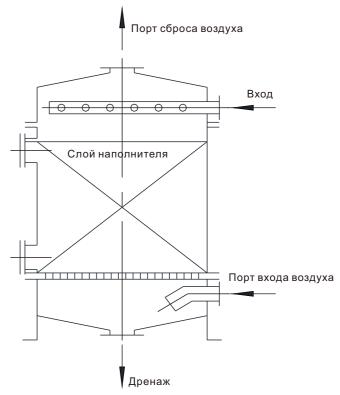


Рис. 5-2 Схематическая диаграмма конструкции декарбонизатора

Декарбонизатор представляет собой цилиндрическое устройство, причем цилиндр обычно изготавливается из металла или пластика. Если он изготовлен из металла, следует провести антикоррозийную обработку на его внутренней поверхности. Наполнители, заполняемые в цилиндре, как правило, представляют собой: фарфоровые кольца, омега-кольца из нержавеющей стали или сотовые решетки. В процессе работы вода поступает из верхней части цилиндра, проходит через дистрибьюторы и загрузку, а затем из нижней части поступает в промежуточную емкость для воды. Функция воздуходувки заключается в непрерывной подаче свежего воздуха из нижней части и одновременном непрерывном выпуске воздуха, содержащего  $CO_2$ , из верхней части. Функция наполнителя состоит в том, чтобы рассеивать поток воды таким образом, чтобы выдуваемый воздух имел очень большую площадь поверхности контакта с водой, так что  $CO_2$  может легче выходить из воды и немедленно удаляться.

#### 5.1.3.3 Факторы, влияющие на эффективность работы декарбонизатора

Основными факторами, влияющими на эффективность удаления СО, являются следующие:

- а) значение pH: при постоянной температуре относительное количество различных соединений угольной кислоты в воде связано со значением pH. Чем ниже значение pH, тем легче соединения угольной кислоты существуют в форме свободного  $CO_2$ , который более благоприятен для удаления  $CO_2$ .
- б) Температура: чем выше температура, тем меньше растворимость  $CO_2$  в воде и тем лучше эффект удаления  $CO_2$ .
- с) Структура оборудования: Чем больше площадь контакта между водой и воздухом и чем дольше время контакта, тем эффективнее идет процесс удаления CO<sub>2</sub>.

#### 5.1.4 Работа системы первичного обессоливания

#### 5.1.4.1 Управление работой катионита (катионитного слоя)

От селективной последовательности катионообменной смолы к катионам, когда вода, содержащая  $Ca^{2^+}$ ,  $Mg^{2^+}$ , Na+ и другие ионы, проходит через катионный слой, ионообменная смола H сначала заменяет и адсорбирует  $Ca^{2^+}$ , затем  $Mg^{2^+}$ , а затем обменивается и адсорбирует  $Na^+$ , в результате чего  $Ca^{2^+}$  и  $Mg^{2^+}$  адсорбированные смолой заменит  $Na^+$ , поэтому, когда весь слой близок к разрушению, содержание  $Na^+$  катионного слоя увеличивается в первую очередь (когда содержание  $Na^+$  в умягченной воде превышает норму, это называется утечкой натрия). Поэтому конечную точку работы сильнокислотного катионита обычно контролируют путем измерения содержания  $Na^+$  в умягченных водах. Для эффективного удаления солей из воды слой сильно основного катионита должен прекратить работу и регенерирован при начале утечки  $Na^+$ .

#### Слабо основный катионит (слабо основный катионитовый слой)

Слабо основные катионообменные смолы обычно могут удалять только карбонатную жесткость, и их трудно заменить катионами других солей. RL используется для обозначения слабо основного катионита, реакция обмена в слое слабого основного катионита может быть выражена следующим образом:

$$2R_L H + \begin{cases} Ca(HCO_3)_2 \\ Mg(HCO_3)_2 \end{cases} \rightarrow R_{L2} \begin{cases} Ca \\ Mg \end{cases} + 2CO_2 + 2H_2O$$

Обычно слои слабо и сильного катионита используют последовательно и регенерируется одновременно. Следовательно, нет необходимости строго контролировать качество получаемой воды из слоя слабо основного катионита, но путем измерения проводимости и кислотности получаемой воды из слоя слабо основного катионита можно судить о содержании соли во входящей воде в слой сильно основного катионита, что позволяет оценивать рабочую емкость обмена.

Поскольку слабо основная катионитовая смола очень легко регенерируется, слой сильно и слабо основного катионита обычно регенерируют последовательно, то есть регенерирующая жидкость выводится из слоя сильно основного катионита и продолжает поступать в слой слабо основного катионита. Таким образом, потребление регенерата может быть уменьшено, сброс отработанной жидкости после регенерации может быть уменьшен, стоимость очистки сточных вод и нагрузка на окружающую среду может быть снижена.

#### (2)Сильно основный катионит (сильно основный катионитовый слой)

При сильной кислотности в воде  $H^{+}$ ,  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  полностью удаляются, как и почти удаляется  $Na^{+}$ , почти все катионы в воде заменяются на  $H^{+}$ , поэтому исходящая вода из катионного слоя является кислой. При нормальной работе кислотность исходящей воды из катионного слоя связана с содержанием солей в поступающей воде. Как правило, чем выше содержание солей в исходной воде, тем выше кислотность исходящей воды из катионного слоя и тем больше электропроводность. Если количество стабильно, кислотность и электропроводность обработанной воды также будут оставаться стабильными до тех пор, пока слой сильного катиона не начнет пропускать натрий, ионообменник не выйдет из строя, кислотность и проводимость сточных вод соответственно уменьшатся. Поэтому, когда качество исходной воды стабильно и электропроводимость поступающей воды ионообменника не сильно меняется, можно предварительно судить о непригодности катионного слоя по уменьшению проводимости или кислотности обработанной воды, качество которой удобно контролировать, замеряя показатели электропроводности в режиме онлайн.

Однако, если содержание солей (электропроводность) исходной воды сильно колеблется, трудно точно судить о том, действительно ли катионный слой неэффективен, основываясь только на изменениях проводимости и кислотности сточной воды, поскольку проводимость и кислотность исходящей воды из катионного слоя будет варьироваться в зависимости от содержания поступающей воды. Количество соли меняется и не может точно отражать остаточное количество катионов солей в воде. Поэтому, когда проводимость входящей воды часто меняется, необходимо измерить содержание № на сточной воде, чтобы судить о степени разрушения катионного слоя. Для системы опреснения с составным слоем первой ступени рабочая конечная точка слоя сильно основного катиона обычно контролируется в пределах: № 100 мкг/л (при измерении с помощью измерителя р№ а следует контролировать в пределах р№≥5,36).

#### 5.1.4.2 Управление работой анионита (анионитового слоя)

Из последовательности селективности анионообменной смолы к анионам видно, что слабоосновная анионообменная смола и сильноосновная анионообменная смола обладают высокой обменной и адсорбционной емкостью для сильнокислотного аниона, в то время как адсорбционная емкость для слабоосновного аниона (например, HCO₃ и HSiO₃) относительно слабая, особенно если вода содержит много NaOH, эффект удаления кремния часто бывает неполным, слабощелочной анионит с трудом удаляет кремний. Поэтому в системе первичного обессоливания анионообменник обычно располагается за сильно основным катионитом Н типа и декарбонизатором. Это связано не только с тем, что удаление HCO₃ может снизить нагрузку на анионный слой, но и с тем что Н анионообменной смолы может немедленно нейтрализовать ОН образующийся в результате анионообмена, что может улучшить ионизирующую способность активных групп анионообменной смолы, что способствует удалению кремния.

#### (1)Слабоосновной анионит (слабо основный анионитовый слой)

Не смотря на то, что слабоосновная анионообменная смола обладает высокой обменной емкостью для радикалов сильных кислот, таких как  $SO_4^2$ , NO3, CI, и обладает преимуществами большой обменной емкости и легкой регенерации, она имеет слабую обменную емкость для радикалов слабых кислот  $HCO_3$ . Процесс обмена и адсорбции может осуществляться только в кислом растворе, поэтому слой слабо основного анионита должен быть установлен после слоя сильно основного катионита и декарбонизатора, а уже после должен быть установлен слой сильно основного анионита.

В некоторых случаях слабо и сильно основный анионитовый слой работают последовательно и регенерируются одновременно, это в основном необходимо для контроля качества обработанной воды после сильно основного анионитового слоя. Как правило, качество обработанных воды после слабо основного анионитового слоя не требует строгого контроля. Обычно измеряется электропроводимость и СГ, которые в основном определяют степень работоспособности слабого основного анионита, прогнозируют период работы сильно основного анионита и оценивают рабочую обменную емкость смолы. При регенерации слабо и сильно основного слоя одновременно соответственно контролировать следует воду после слабо основного слоя, когда содержание хлора увеличивается, следует регенерировать слабо основный слой.

#### (2) Сильноосновный анионит (сильно основный слой)

При работе системы первичного опреснения, когда анионитный слой и катионитный слой выходят из строя одновременно, значение рН потока, выходящего из анионного слоя, обычно не сильно меняется, а электропроводимость и содержание кремния быстро увеличиваются. В реальной работе иногда катионитовый и анионитовый слой не выходят из строя одновременно, и изменения показателей качества воды после слоев также различны. Например, когда анионитный слой выходит из строя, а катионный слой еще работает, значение рН воды из анионитного слоя будет падать, а содержание кремния будет расти, при этом электропроводность часто немного падает и затем быстро поднимаются, и наоборот, если анионитный слой еще не вышел из строя, а катионный уже выработал свой ресурс, то значение рН, электропроводности и содержания Na<sup>+</sup> в обработанной воде будут повышаться. Следовательно, слои катионита и анионита должны контролироваться отдельно и вовремя регенерироваться, когда они вырабатывают свой ресурс.

Когда первичная система обессоливания работает в нормальном режиме, воды после анионного слоя содержат следы  $Na_2SiO_3$ , поэтому pH в основном составляет от 7 до 9, электропроводимость составляет (0,5–5) мкСм/см, а содержание кремния обычно меньше 50 мкг/см в пересчете на  $SiO_2$ -л, текущая конечная точка обычно контролируется до  $SiO_2$ <100 мкг/л.

Для производств, не предъявляющих жестких требований к содержанию кремния в воде, система первичной опреснения воды может определять конечную точку работы путем контроля электропроводности воды после анионитового слоя. Тем не менее, для обработки подпиточной воды котла электростанции, где необходимо строго контролировать содержание кремния, контроль конечной точки работы анионитного слоя должен определяться путем измерения  $SiO_2$ , чтобы определить находится ли слой в стабильном рабочем состоянии. В данном случае нельзя полагаться только на измерения электропроводимости поскольку проводимость  $SiO_2$  чрезвычайно слабая, даже если содержание кремния серьезно превышено, изменения в электропроводимости будут незаметны, и только когда содержание других анионов в воде увеличивается, электропроводимость значительно увеличивается, но содержание  $SiO_2$  будет чрезмерно превышать установленные требования. Кроме того, если катионный слой не переключать на регенерацию вовремя, то электропроводимость воды после анионитного слоя также будет увеличиваться, а содержание  $Na^+$  в воде входящей в анионитовый слой будет высоким, что ускорит выход из строя анионного слоя и уменьшить ионообменную способность слоя.

При работе системы ионообменного опреснения, если скорость потока воды слишком высока (> 40 м/ч) или слишком медленна (≤ 2 м/ч), качество воды ухудшится, а электропроводность увеличится. При повторном вводе в эксплуатацию резервного ионообменника качество воды при запуске часто оказывается неудовлетворительным.

#### (3)Меры по улучшению влияния анионного обмена на удаление кремния

Чтобы предотвратить образование силикатных отложений в тепловых системах, таких как котлы и паровые турбины, котлы электростанций должны строго контролировать содержание кремния в подпиточной воде, однако из-за плохой способности анионообменной смолы адсорбировать

кремний, необходимо принять различные меры для улучшения эффекта удаления кремния. Основные меры сводятся к следующему:

- а) Улучшить эффект удаления углекислого газа с помощью декарбонизатора;
- б) Удалить большую часть сильно основных анионов в воде перед попаданием в слой анионов, который может предотвратить вытеснение анионами сильно кислотые соединения кремниевой кислоты из смолы.
- с) Контролировать содержание ионов натрия в потоке, выходящем из катионного слоя, чтобы избежать слишком высокого содержания №, которое может повлиять на эффективность удаления кремния;
- d) Улучшить степень регенерации анионообменной смолы за счет соответствующего повышения температуры раствора для регенерации и двухэтапной регенерации.

#### 5.1.5 Регенерация ионообменника для опреснительных установок

#### 5.1.5.1 Количество и концентрация регенерата

В системе первичного обессоливания после выхода из строя катионного и анионного слоев этапы регенерации и методы работы в основном такие же, как и при регенерации ионообменника натрия, но система регенерации и концентрация регенерирующего агента и регенерирующего раствора используются разные.

- (1) Обычно используемый регенерирующий раствор и концентрация: при регенерации сильно основной катионитовой смолы: используется 3% ~ 4% HCl, при регенерации сильно основной анионитовой смолы: используется 2% ~ 3% NaOH.
- (2) Количество регенерата (mz), необходимое для одной регенерации, можно оценить по формуле (5-1):

$$m_{z} = \frac{V_{R} \times E \times k \times M}{10^{3} \times \epsilon}$$
 (5-1)

Данные в формуле: т. — количество регенерата, необходимое для одной регенерации, кг;

 $V_{\rm p}$  - объем смолы в ионообменник, м<sup>3</sup>;

 $(V_R = \pi \times R^2 \times h_R$ , где R — радиус внутренней стенки ионообменника, м;  $h_R$  — высота заполнения смолой, м)

E — Рабочая обменная емкость смолы, как правило, сильно основного катионита составляет (800~1200) моль/м³, сильноосновного анионита составляет (300~450) моль/м³, слабоосновного анионита составляет (600 моль/м³ ~1000) моль/м³. Если используется автоматическая регенерация ее необходимо умножить на коэффициент от 0,6 до 0,9.

k — удельный расход регенерата, обычно требуется 1,2~1,8 для противоточной регенерации ионообменной сильно основной смолы, требуется 2~3,5 для последующей регенерации, для регенерации слабо основной смолы для регенерации требуется только 1,0~1,1;

M—— молярная масса регенерата, HCl — 36,5, NaOH — 40;

ε— Чистота регенерата, обычно промышленная концентрированная

соляная кислота (HCI) и концентрированная щелочь (NaOH), составляет примерно от 30% до 33%.

Примечание: Купленные концентрированные кислоты и щелочи должны быть отобраны для проверки их чистоты. Как правило, для титрования кислот и щелочей следует использовать стандартный раствор, плотность не следует оценивать только путем измерения плотности с помощью денситометра. Кроме того, при необходимости следует определить Na<sup>+</sup> в кислоте и Cl в щелочи, чтобы предотвратить слишком высокое содержание противоионов в регенерате что может повлиять на эффективность регенерации.

#### 5.1.5.2 Расход регенерирующей жидкости и время регенерации

Когда деминерализованная ионообменная смола регенерируется кислотой или щелочью, скорость потока регенерирующей жидкости аналогична скорости умягчения. Как правило, скорость потока прямоточной регенерации составляет 4 м/ч  $\sim$  6 м/ч, для противоточной регенерации без давления скорость потока должна контролироваться на уровне 2 м/ч $\sim$ 4 м/ч. Диаметр ионообменника для обессоливания подпиточной воды котла электростанции обычно относительно большой, при использовании противоточной регенерации, как правило, необходимо использовать сжатый воздух для предотвращения турбулентного слоя. Для расчета времени поступления регенерирующей жидкости см. расчет соответствующего процесса умягчителя воды.

Пример 5-1. Анионообменник с противоточной регенерацией диаметром 2 м и высотой заполнения смолой 2 м. Плотность во влажном состоянии используемой смолы 201×4 составляет 0,7 г/мл, рабочая обменная емкость составляет 400 моль/м³, а при регенерации удельный расход реагента составляет 1,6. Концентрация регенерирующей жидкости составляет 3% (плотность 1,03) во время регенерации, а расход регенерирующей жидкости регулируется на уровне 3 м/ч,

Ответим на следующие вопросы:

- ①Сколько смолы 201×4 должно быть загружено в ионообменнике?
- 2 Сколько 30% гидроксида натрия необходимо для одной регенерации?
- ③Сколько времени требуется для подачи раствора для регенерации во время регенерации?
- ① Количество загружаемой смолы:  $m=V_R \cdot \rho=3,14\times(2/2)^2\times2\times0,7=6,28\times0,7\approx4,4$  т
- 2 Для одной регенерации требуется:

$$m = \frac{V_R \cdot E \cdot k \cdot M}{10^3 \varepsilon} = \frac{6.28 \times 400 \times 1.6 \times 40}{10^3 \times 30\%} \approx 536 \, kg$$

Гидроксид натрия разбавляется эжектором до 3% объема регенерирующей жидкости:

$$V_Z = \frac{m_{cz}}{C \cdot \rho \cdot 10^3} = \frac{536 \times 30\%}{3\% \times 1.03 \times 1000} = 5.2 \text{ m}^3$$

③Время подачи раствора для регенерации:

$$t = \frac{60 \cdot V_Z}{S \cdot v} = \frac{60 \times 5.2}{3.14 \times 1^2 \times 3} \approx 33 \text{ min}$$

#### 5.1.5.3 Регенерация слабо основных смол

Чтобы уменьшить расход регенерата для ионообменника со слабо основной смолой, можно использовать регенерат, который был использован для сильно основной смолы. Однако нужно учитывать, что регенерат после прохождения через сильно основную содержит высокую концентрацию соединений кремниевой кислоты, что легко приводит к загрязнению смолы кремнием. Поэтому, когда слой слабо основного анионита и сильного основного аниона регенерируются последовательно, для предотвращения загрязнения кремнием можно использовать двухэтапный метод регенерации, то есть сначала использовать 1% раствор регенерации NaOH для регенерации при более быстром потоке, а после провести регенерацию с 3% до 4% NaOH при более низкой скорости потока. Можно использовать регенерат с одинаковой концентрации, но делать это надо поэтапно, причем вначале регенерируется только

сильно основный анионит (содержание кремния в регенерирующей отработанной жидкости высокое поэтому ее сбрасывают в дренаж), а на втором этапе регенерации регенерат проходит через слой сильноосновного анионита и попадает в слой слабоосновного анионита. Данная процедура позволяет добиться малого содержания кремния в отработанной регенерационной жидкости, сбрасываемой из слоя сильно основного анионита, и направить регенерат сразу в слои слабо основного анионита. Помимо всего, слой сильно и слабо основного анионита также можно регенерировать отдельно, а регенерирующий раствор для регенерации смолы со слабо основным анионитом обычно содержит от 1,5% до 2,5% NaOH.

#### 5.1.6 Оценка периодической производительности воды

### 5.1.6.1 Оценка периодической производительности воды в одностадийном ионообменнике со смешанным слоем

(1) Периодическую производительность катионного слоя можно оценить по формуле (5-2):

$$Q = \frac{E \times V_R \times \delta}{JD + SD_C}$$
 (5-2)

Данные в формуле:

Q-количество воды, получаемой за цикл, м<sup>3</sup>;

Е—Рабочая обменная емкость смолы, моль/м³, см. табл. 5-1;

 $V_R$  - объем загрузки смолы в ионообменник, м<sup>3</sup>;

δ—— Для ионообменника, регенерируемого автоматическим клапаном, для обеспечения соответствия качества воды на более позднем этапе эксплуатации обычно принимают от 0,6 до 0,9 (в случае если электропроводимость входящей воды высокая ставят меньшее значение, если электропроводимость малая то ставят большее значение);

JD — средняя щелочность катионного слоя, поступающего в производственный цикл воды, ммоль/л;

 $SD_{\circ}$  – средняя кислотность обработанной воды после катионного слоя в производственном цикле, ммоль/л;

(2) Количество воды, получаемое после анионитового слоя, можно оценить по формуле (5-3):

$$Q = \frac{E \times V_R \times \delta}{SD_1 + SiO_2 + CO_2}$$
 (5-3)

Данные в формуле:

SD<sub>;</sub> — средняя кислотность поступающей воды в анионитный слой в водопроизводственном цикле, ммоль/л;

 $CO_2$  — среднее содержание  $CO_2$  в воде, ммоль/л, при правильном удалении углерода остаточное содержание  $CO_3$  очень мало и им можно пренебречь;

 $SiO_2$  — среднее содержание кремнезема в анионите в водном производственном цикле, ммоль/л;

Другие обозначения такие же, как и в формуле (5-2).

### 5.1.6.2 Оценка периодической производительности воды в системах с двумя слоями (слабо основный катионитовый слой + сильно анионитовый слой)

Периодическую производительность слабо основного катионного слоя можно выразить в формуле (5-4):

$$Q = \frac{E \times V_{Rr} \times \delta}{Y D_{r} - \alpha}$$
 (5-4)

Данные в формуле:

 $YD_{\scriptscriptstyle T}$  — средняя карбонатная жесткость воды в производственном цикле воды (общая щелочность), ммоль/л;

VR, — объем слабо основной смолы, м<sup>3</sup>;

 $\alpha$  — остаточная величина карбонатной жесткости в воде после слабо основного катионитового слоя, ммоль/л, когда значение  $\alpha$  трудно измерить, его также можно выбрать по таблице 5-2;

Другие обозначения такие же, как и в формуле (5-2).

Таблица 5-2 Параметры α

Входящая	Входящ <u>ая</u> Жесткость÷ Щелочность		~1.4	1.5~2.0		
вода	YDT(mmol/L)	< 2	> 2	< 3	> 3	
α (mmol/L)		0.15~0.2	0.2~0.3	0.1~0.2	0.3~0.4	

(2) Периодическую производительность сильно основного катионита, работающего последовательно со слабо основного катионита, можно выразить в формуле (5-5):

$$Q = \frac{E \times V_{Rq} \times \delta}{SD_c + \alpha}$$
 (5-5)

Данные в формуле:

 $V_{R_0}$  — объем сильно основного анионита, м<sup>3</sup>;

СДК — средняя кислотность воды после сильно основного катионита ммоль/л;

Другие обозначения такие же, как и в формуле (5-4).

### 5.1.6.3 Оценка срока службы системы с последовательными слоями (сильно и слабо основные слои анионита)

(1) Срок работы слабо основного анионита можно высчитать по формуле (5-6):

$$Q = \frac{E \times V_{R,r} \times \delta}{SD - \beta}$$
 (5-6)

Данные в формуле:

 $V_{Rr}$  — объем слабо основного анионита, м<sup>3</sup>;

SD—— средняя кислотность слабо основного анионита, ммоль/л;

 $\beta$  — Среднее остаточное количество аниона в воде после слоя слабо основного анионита, ммоль/л. Величина  $\beta$  аналогична средней кислотности воды после слоя слабо основного анионита и может быть аппроксимирована средним содержанием хлоридионов в воде (в ммоль/л) при отсутствии кислотности.

Другие обозначения такие же, как и в формуле (5-2).

Срок работы сильно основного анионита, идущий после слабоосновного анионита можно высчитать по формуле (5-7):

$$Q = \frac{E \times V_{R,q} \times \delta}{CO_2 + SiO_2 + \beta}$$
 (5-7)

Данные в формуле:

 $V^{R,q}$  - объем слабо основного анионита, м<sup>3</sup>;

Другие обозначения такие же, как и в формуле (5-3) и (5-6)

### 5.1.7 Запуск регенерации в системах первичного обессоливания с автоматическим управлением.

#### 5.1.7.1 Онлайн-мониторинг электропроводимости

Среди различных показателей качества воды при опреснении наиболее легко измеряемой является электропроводность. Использование онлайн-мониторинга электропроводности не только относительно дешево, но и данные измерений достаточно точны. Однако несмотря на то, что электропроводимость может отражать изменение концентрации ионов в воде, разные ионы по-разному влияют на электропроводимость, поэтому, если нужно определить точное содержание определенного иона (например, Na+ в водах после катионного слоя) по электропроводимости, нужно знать соответствующие соотношения.

#### (1)Влияние ионов в воде на измерение электропроводности

Принцип измерения проводимости основан на растворении электролитов (кислот, щелочей, солей) в воде и ионизации на положительные и отрицательные ионы. Электропроводность выражается проводимостью. Измеряя проводимость водного раствора, можно понять концентрацию ионов в воде. Однако, когда разные ионы имеют разное количество зарядов и разную скорость направленной миграции при проведении электричества, их электропроводность различна. Поэтому для водных растворов с одинаковой концентрацией электролита, если ионный состав электролита разный, измеренная электропроводность будет разной. Молярная проводимость λ0 (См·см2/моль) некоторых обычных ионов в бесконечно разбавленном водном растворе при 25°С показана в Таблице 5-3.

Таблица 5-3 Молярная проводимость некоторых обычных ионов в воде в бесконечно разбавленных водных растворах при 25°C

Катион	H⁺	Na⁺	1/2Mg <sup>2+</sup>	1/2Ca <sup>2+</sup>	1/2Fe <sup>2+</sup>	1/3Fe³+
λ0+(S·cm2/mol)	349.7	50.1	53.1	59.5	53.5	68.5
Анион	OH.	CI <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> -	1/2CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	1/2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COO
λ0° (S·cm²/mol)	199	76.3	44.5	-72	79.8	<del></del>

Обычно, чем сильнее проводимость, тем выше измеренная электропроводимость. Из таблицы видно, что проводимость большинства катионов мало отличается, только проводимость  $H^{+}$  в несколько раз больше, чем у других катионов. Разница проводимости у анионов больше, чем у катионов, а проводимость  $OH^{+}$  ниже, чем у катионов  $H^{+}$ , но выше, чем у других анионов Проводимость ионов органических солей часто меньше. Следовательно, для воды с одинаковой концентрацией ионов солей, при большой разнице в  $pH^{+}$ , измеренное значение электропроводности будет сильно различаться, в большинстве случаев кислотная вода имеет наибольший, щелочная вода — чуть меньше, а обычная вода наименьший показательно электропроводимости.

(2) Изменения электропроводности воды в катионитовом слое на входе и выходе.

Для системы ионообменного опреснения после обработки катионным слоем различные катионы заменяются на  $H^{\star}$ , а вода становится кислотной, поэтому электропроводимость воды после катионного слоя значительно выше, чем проводимость воды на входе, это увеличение связано с содержание солей (особенно содержание некарбонатов), чем выше содержание некарбонатов, тем выше электропроводность. Однако, если содержание солей на входе не сильно меняется во время обратки воды, проводимость воды будет в основном оставаться стабильной до тех пор, пока слой смолы не начнет выходить из строя. В данной ситуации содержание  $Na^{\star}$  в стоке увеличится, а содержание  $H^{\star}$  уменьшится, что приведет к понижению электропроводности — это будет сигнализировать о том, что слой нужно регенерировать. В некоторых районах земли электропроводимость исходной воды сильно изменяется, из-за того, что содержание соли легко

меняется в зависимости от сезонного климата, засушливого и влажного сезонов и т. д. Если не учитывать этот, то при увеличении солесодержания исходной воды будет повышаться электропроводность и кислотность воды после катионного слоя, что автоматически будет приводить к запуску регенерации, которая на само деле не требовалась. Поэтому, когда проводимость исходной воды сильно меняется, трудно определить эффективность работы смолы только по электропроводимости. Необходимо контролировать содержание Na<sup>+</sup> воде после катионитового слоя, чтобы правильно определить требуется ли регенерация. Чтобы быть в курсе изменений электропроводимости поступающей воды, на входе в катионитовый слой должен быть установлен онлайн-измеритель электропроводимости, чтобы правильно оценить и вовремя отрегулировать периодическую производительность воды и добиться нужных требуемых показателей воды.

#### (3) Изменения электропроводности воды в анионитовом слое на входе и выходе.

После того, как вода после катионного слоя проходит через декарбонизатор, остаются только ионы водорода, следовые ионы натрия, анионы сильных кислот, ионы силикатов и остаточные ионы бикарбоната. После анионного обмена удаляются все сильные кислые анионы и карбонатионы, в основном удаляются силикат-ионы и одновременно нейтрализуются ОН и Н. При условии, что анионитный слоя находится в рабочем состоянии, показатель электропроводимости входящей воды, если содержание Na+ в норме электропроводимость будет на уровне <10 мкСм/см. Изменение в электропроводимости входящей воды будет влиять только на срок работоспособности анионитового слоя. Когда анионитный слой выходит из строя, по причине того, что силикат-ион (HSiO<sub>3</sub>) является наиболее труднообменым, содержание силиката в сточных водах сначала увеличивается.

Поскольку силикат-ион является слабым диэлектриком и имеет плохую проводимость, его содержание не сильно влияние на показатель электропроводимости, до тех пор, пока в воде после анионитного слоя не увеличиться содержание  $\mathrm{Cl}^+$ , тогда показатели электропроводимости увеличатся. Поэтому для получения чистой воды, не требующей строгих требований по силикатным радикалам, а также если планируется дальнейшая обработка воды через системы со смешанными слоями, то для запуска регенерации анионитного слоя можно использовать метод оперативного контроля электропроводимости; Котлы электростанций, в которых необходимо строго контролировать содержание кремния в сточных водах требуют одновременного определения  $\mathrm{SiO}_2$  с помощью онлайн-измерителя кремния для запуска регенерации. Кроме того, следует отметить, что если не достаточно точно контролируется показатель  $\mathrm{Na}^+$  в водах после катионного слоя, а смола в анионном слое находится в рабочем состоянии,  $\mathrm{NaOH}$  в воде будет щелочным, что также завышенным показателям электропроводимости. Поэтому необходимо контролировать pH воды после анионитного слоя, для получения точных данных о состоянии загрузки.

#### 5.1.7.2 Настройки для запуска регенерации

Хотя автоматическое управление началом регенерации ионита в системе обессоливания может быть реализовано путем настройки периодического производства воды или онлайн-мониторинга электропроводимости, но регенерация в данных системах отличается от регенерации в системах умягчения. Изменение качества воды после опреснения не только имеет множество влияющих факторов, но и требует специальных приборов для определения показателей качества исходящей воды. Независимо от того, будет ли использоваться установленный период производства воды или онлайн-мониторинг, или их комбинация, после установки системы обессоливания ее следует отладить и измерить все показатели за несколько рабочих циклов. При значительном изменении качества воды, системы нужно вовремя перенастраивать.

Из приведенной выше формулы расчета периодической производительности видно, что для начала регенерации с заданной периодической подачей воды необходимо измерить и понять щелочность (карбонатную жесткость), содержание кремния и кислотность катионных стоков исходной воды. Если для запуска регенерации используется онлайн-мониторинг, рекомендуется установить кондуктометр на входе и выходе катионитного и анионитного; рН-метр также должен

быть установлен на выходе анионитного слоя, чтобы при изменениях электропроводимость воды после анионитного, можно было правильно оценивать состояние катионитового и анионитного слоя, а также для предотвращения того, чтобы вода на выходе была кислотной или щелочной. При наличии строгих требований по содержанию кремния на выходе из анионитного слоя должен быть установлен кремниевый счетчик для запуска регенерации анионитного слоя. Из-за разного ионного состава в разных источниках воды значения корреляции между кислотностью, содержанием Na<sup>+</sup> и электропроводимостью вод после катионного слоя различны. Всего нужно подтверждать соответствующую зависимость между электропроводимостью воды после катионитного слоя и содержанием Na<sup>+</sup>, чтобы определить заданное значение электропроводимости для запуска регенерации, анионитный слой можно регенерировать по показателям электропроводимости входящей воды, но при этом на выходе должен быть установлен рН-метр, если рН воды после анионитного слоя меньше 6,5, вполне вероятно, что выход из строя анионного слоя приводит к увеличению проводимости. Конечно, при проектировании системы и выборе смолы лучше всего сделать так, чтобы катионитный и анионитный слой выходили из строя и регенерировались одновременно.

#### 5.2 Эксплуатация и регенерация смешанного слоя

#### 5.2.1 Общие данные

Смешанный слой — это аббревиатура оборудования тонкого опреснения, которое смешивает анионообменные и катионообменные смолы в одном и том же ионообменнике. Поскольку смола H-типа и OH-типа в смешанном слое равномерно смешиваются во время работы, это эквивалентно образованию реакции анионного и катионного обмена тысяч слоев составных слоев.  $H^{\star}$  образующийся при катионном обмене, и OH, образующийся при анионном обмене, немедленно генерируют  $H_2O$ , что устраняет влияние противоионов, что в свою очередь помогает добиться высокого качества очищаемых вод.

Когда смешанный слой вырабатывает свой ионообменную способность следует разделить катионит и анионит и провести раздельную регенерацию; после регенерации и очистки обе смолы нужно равномерно смешать и ввести в эксплуатацию. Чтобы катионит и анионит в смешанном слое лучше разделялись при регенерации и равномерно смешивались без расслоения во время работы, плотность во влажном состоянии выбранных катионита и анионита должна быть соответствующей и контролироваться на уровне от 15% до 20% (обратите внимание, что это не кажущаяся плотность во влажном состоянии).

Обычно смешанный слой устанавливается после сильно основного анионитного слоя первичного ионного обмена или после обработки обратным осмосом. Остаточные катионы и анионы в деминерализованной воде после ионообменной первичной обработки опреснения представляют собой в основном ионы натрия и ионы силиката, поэтому смолы, заполняющие смешанный слой, должны быть сильно основными. Емкость катионита обычно не менее чем в два раза больше, чем у анионита, соотношение катионита к аниониту в смешанном слое обычно составляет 1:2. Однако для смешанного слоя, используемого для полировки конденсата, соотношение катионита к аниониту обычно составляет 2:1, потому что основные удаляемые катионы металлов представляют собой очень небольшое количество анионов.

#### 5.2.2 Структура функционирования смешанного слоя

Оборудование и система трубопроводов смешанной засыпки показаны на рис. 5-3. Корпус оборудования аналогичен напорному фильтру и представляет собой закрытую емкость цилиндрической формы. Корпус обычно оборудован верхним и нижним водораспределителем и устройством сжатого воздуха, для регенерируемого в корпусе смешанного слоя также предусмотрены верхний порт для ввода щелочи, нижний порт для кислоты и средний порт для дренажа. Корпус смешанного слоя обычно снабжена верхним, средним и нижним смотровыми стеклами, нижнее расположено на границе между анионитом и катионитом и служит для наблюдения за расслаиванием смолы при регенерации, среднее используется для наблюдения

за высотой слоя анионита верхнее предназначено для наблюдения за расширением смолы во время обратной промывки и расслоения.

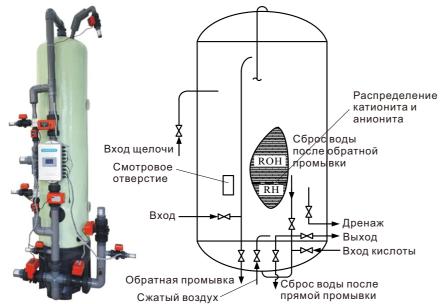


Рисунок 5-3 Схема системы со смешенными слоями и трубопроводов

#### 5.2.3 Регенерация и работа в смешанном слое

Регенерация смешанного слоя сильно отличается от регенерации однослойной смолы. Основные методы регенерации и работы кратко представлены ниже:

#### (1)Обратная промывка и расслоение смолы.

После того, как смешанный слой вырабатывает свой ионообменный потенциал, перед регенерацией необходимо разделить катионит и анионит, и степень разделения является основным фактором эффективности регенерации. В настоящее время наиболее часто используемым методом является использование метода гидравлической сепарации для разделения катионитов и анионов на слои. Этот метод заключается в «подвешивании» смолы меньшей плотности за счет гидравлической мощности обратной промывки, при обратной промывке смола с высокой плотностью остается в нижней части корпуса, а с меньшей наоборот поднимается на верх. При правильном контроле обратной промывки между двумя слоями смолы будет четкая различимая граница.

Следует обратить внимание на обратную промывку: в начале обратной промывки скорость потока должна быть небольшой. После того, как слой смолы разрыхлен, скорость потока следует постепенно увеличивать примерно до 20 м/ч, чтобы скорость расширения смолы достигла более 50%. Время обратной промывки обычно составляет 10-20 минут.

Кроме того, следует отметить, что способность катионитной и анионной смолы расслаиваться зависит не только от разницы плотности смолы во влажном состоянии и расхода воды при обратной промывки, но также и от степени разрушения смолы. Чем более разрушаема смола, тем легче она расслаивается. Это связано с тем, что плотность смолы будет увеличиваться после поглощения различных ионов, особенно плотность во влажном состоянии отработанной анионной смолы (например, типа  $SO_4^2$ ) близка к рабочей катионитовой смоле (типа H), что приводит к затруднениям в расслоение.

Кроме того, смола Н-типа и смола ОН-типа иногда слипаются друг с другом (то есть происходит агломерация), что также затрудняет расслоение. Чтобы облегчить расслоение можно ввести соответствующее количество регенерирующего раствора NaOH, чтобы регенерировать анионит в ОН-тип, а катионит в Na-тип, тем самым увеличивая разницу в плотности между двумя смолами и устраняя липкость смолы.

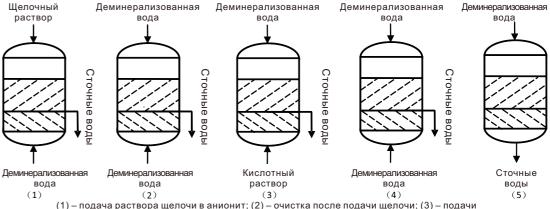
за высотой слоя анионита верхнее предназначено для наблюдения за расширением смолы во время обратной промывки и расслоения.

#### (2) Регенерация

Существует два основных метода регенерации смешанного слоя: регенерация внутри емкости и регенерация вне емкости. Последний метод редко используется в настоящее время. Далее мы рассмотрим исключительно метод регенерации внутри емкости.

Регенерация внутри емкости – это регенерация смолы в ионообменнике. В соответствии с различными этапами подачи кислоты, подачи щелочи и очистки его можно разделить на двухэтапный метод обработки и метод одновременной обработки.

- а) Двухэтапный метод обработки: в большинстве смешанных слоев для прохождения через слои анионной и катионной смолы в два этапа используются щелочь и кислота. Процесс показан на рисунке 5-4. Метод работы, следующий:
- ① Подача щелочи в анионит: после обратной промывки и расслоения смолы ионообменник заполняется водой примерно на 10 см выше поверхности смолы и подается 2%-4% регенерирующий раствор NaOH через верхний порт для регенерации анионита. В тоже время через нижний порт подается солевой раствор в слой катионита для уменьшения возможности загрязнения катионита щелочью, отработанные регенераты выходятся из центрального порта, который находится между слоями катионита и анионита.
- ② Очистка после ввода щелочи: после завершения регенерации щелочью используется деминерализованная вода для прохождения через слой смолы с тем же направлением потока и скоростью потока, что и регенерация. Промывка деморализованной водой идет до тех пор пока щелочность сбрасываемой воды не упадет ниже ( OH-) 0,5 ммоль/л;
- ③ Подача кислоты: 3%~5% раствор регенерации кислоты (обычно HCI) подается снизу для регенерации катионита, а небольшой поток деминерализованной воды подается сверху для очистки анионита для предотвращения попадания раствор кислоты в слой анионита, отработанный регенерат сбрасывается через центральный порт.
- ④ Очистка после регенерации кислотой: после того, как раствор для регенерации кислоты закончился, используйте деминерализованную воду для промывки смолы с тем же направлением и скоростью потока, что и на шаге ③, промывайте до тех пор, пока кислотность сбрасываемой воды не упадет ниже (H⁺) 0,5. ммоль/л;
- ⑤ Общая промывка: подается деминерализованная вода сверху, а сливается снизу, промывка идет до тех пор, пока проводимость сливаемой воды не станет меньше 1,5 мкСм/см. В процессе промывки, иногда для лучшей промывки в сложно доступных местах емкости, также может выполняться кратковременная обратная промывка продолжительностью от 2 до 3 минут.



(1) – подача раствора щелочи в анионит; (2) – очистка после подачи щелочи; (3) – подачи раствора кислоты в катионит; (4) - очистка после подачи кислоты; (5) - общая промывка.

Рисунок 5-4 Схема двухступенчатого процесса регенерации в смешанном слое

б) Метод синхронной очистки: при регенерации щелочь поступает в слой анионита с верхней части, кислота поступает в слой катионита снизу, а отработанный регенерат выводится через центральный порт между анионитом и катионитом. Продолжительность времени регенерации зависит от времени регенерации анионита. Процесс промывки остается такой же, как и при двухэтапном методе. Преимущество синхронного метода регенерации заключается в том, что время регенерации короткое, а недостаток заключается в том, что его контролировать процесс регенерации достаточно сложно. Для получения удовлетворительного эффекта регенерации требуется тщательно разработанная система регенерации и точная работа.

При использовании регенерации следует соблюдать осторожность, чтобы избежать кислотного и щелочного загрязнения обрабатываемых вод во время работы, а также следует обратить внимание на изоляцию кислотных и щелочных растворов от контакта с обрабатываемой водой. Например, на входе раствора кислоты следует установить два клапана. Кроме того, заполнение количества анионных и катионных смол должно точно соответствовать стыку двух смол. В противном случае после наслоения, если анионит или катионит находится выше или ниже середины, то эта часть смолы не будет регенерироваться, что повлияет на рабочую обменную емкость.

Удельный расход регенерата в смешанном слое обычно в 2 раза превышает теоретическое количество для катионита и в 3 раза превышает теоретическое количество для анионита.

#### (3) Смешивание анионита и катионита

После того, как смола была регенерирована и очищена, смола должна быть хорошо перемешана перед вводом в эксплуатацию. Чтобы более равномерно смешать смолу для перемешивания и смешивания можно использовать метод подачи сжатого воздуха снизу. Используемый сжатый воздух должен быть очищен, чтобы предотвратить загрязнение смолы масляными примесями в сжатом воздухе. Перед смешиванием смолы уровень воды в теплообменнике должен быть снижен на 100-150 мм над поверхностью слоя смолы. При смешивании давление вводимого сжатого воздуха обычно составляет 0,1 МПа  $\sim 0,15$  МПа, скорость потока составляет  $(2,5\sim3,0)$  м $^3/(\text{M}^2\text{ c})$ , время смешивания зависит от того, равномерно ли смешана смола, обычно 0,5 мин  $\sim 1,0$  мин, сжатый воздух подается слишком долго то зерна смолы могут быть повреждены.

В некоторых случаях после смешивания смолы соотношение анионных и катионных смол в нижнем слое часто близко к ожидаемому соотношению смешивания, в то время как соотношение смешивания верхнего слоя смолы сильно отличается основные причины такой ситуации заключаются в несвоевременном дренаже или недостаточной скорости дренажа после смешивания смолы.

Для равномерного перемешивания смолы помимо подачи чистого сжатого воздуха и подачи его в течении определенного периода времени, при отключении сжатого воздуха скорость дренажа должна быть достаточно большой, чтобы заставить смолу быстро опуститься вниз, и в то же время сверху можно также подавать воду для избежание разделения слоев смолы.

#### (4) Прямая промывка

Перед вводом в эксплуатацию слой смешанной смолы необходимо промыть деминерализованной водой. Как правило, скорость потока прямой промывки составляет 10 м/ч ~ 20 м/ч, система не может быть запущена в работу после промывки до тех пор, пока качество воды не будет отвечать поставленным требованиям. На начальном этапе промывки, если сбрасываемая вода мутная, ее можно сбросить в канализацию, после того как дренажная вода станет прозрачной, ее можно использовать повторно.

#### (5) Эксплуатация

Смешанный слой промывается до тех пор, пока электропроводимость воды не станет меньше или равна 0,2 мкСм/см, а содержание кремния не станет меньше или равно 20 мкг/л, после чего смешанный слой можно вводит в эксплуатацию.

Для смешанного слоя высота слоя смолы и рабочий расход находятся в определенном диапазоне и мало влияют на производительность. Если скорость потока в смешанном слое слишком низкая, на поверхности частиц смолы будет образовываться толстая граничная пленка воды, что повлияет на скорость ионного обмена и ухудшит качество получаемой воды. Электропроводимость сточных вод увеличится, а чрезмерно высокая скорость потока увеличивает толщину защитного слоя и снижает рабочую обменную емкость смолы. Следовательно, можно сделать вывод что наиболее оптимальная рабочая скорость находится в диапазоне от 40 м/ч до 60 м/ч.

Качество получаемой воды после смешанного слоя относительно стабильно, а электропроводимость обычно может достигать менее 0,1 мкСм/см. В нормальных условиях качество входящей воды и степень регенерации смолы мало влияют на электропроводимость, но оказывают существенное влияние на периодическую производительность воды. Из-за низкой степени регенерации смолы в смешанном слое и низкого коэффициента использования обменной емкости должен быть обеспечен определенный цикл производства воды, а проводимость и содержание кремния в исходном потоке не должны быть слишком высокими. Параметры в смешанном слое следует контролировать по следующим показателям: электропроводимость ≤10 мкСм/см, содержание кремния ≤100 мкг/л.

Как и в случае с однослойным слоем, когда ионообменник останавливают, а затем запускают в работу, электропроводимость получаемых вод вначале часто не соответствует требованиям, и требуется короткий период прямой промывки, чтобы вода достигла нужных показателей. В системах со смешанными слоями прямая промывка занимает от 3 до 5 минут, а в системах с одним слоем на промывку обычно требуется более 10 минут.

Контролировать работоспособность смешанного слоя достаточно легко благодаря наблюдением за онлайн датчиком электропроводности, увеличение показателем электропроводности является основным сигналом к началу запуска регенерации.

#### 5.3 Опреснение обратным осмосом

#### 5.3.1 Общие данные по системе обратного осмоса

Мембранная очистка обратного осмоса представляет собой технологию очистки деминерализованной воды, разработанную в двадцатом веке. Обратный осмос широко используется в системах очистки воды во многих областях, таких как опреснение морской воды, подготовки поды для котлов, электроники, фармацевтики, медицинское обслуживание, лабораторных испытаний, питьевой воды и т. д.

Обратный осмос в основном используется для удаления неорганических солей, растворенных в воде, и значительного снижения содержания солей в воде. Установка обратного осмоса не только имеет высокую степень автоматизации, но также имеет небольшие размеры, безопасна для окружающей среды и практически не загрязняет окружающую среду.

По сравнению с традиционным ионообменным опреснением, инвестиционные затраты на устройство обратного осмоса высоки, но ежедневные эксплуатационные расходы относительно низки, особенно для исходной воды с высоким содержанием солей (проводимость выше 500 мкСм/см). Экономически использование обратного осмоса более выгодного нежели систем анионминого и катионитного обменного опреснения, помимо этого вода после обратного осмоса стабильно отвечает поставленным требованиям и не зависит от множества внешних факторов.

Устройство очистки воды обратного осмоса показано на рисунке 5-5, которое обычно включает в себя: предфильтр, насос высокого давления, мембранный элемент обратного осмоса и корпус мембраны, манометры, ротаметры, соединительные трубки, контроллер и т. д. Кроме того, должно быть также установлено устройство предварительной очистки, устройство дозирования ингибитора и устройство химической очистки. Мембрана обратного осмоса является основой устройства обратного осмоса и ключом к обеспечению эффективной водоочистки.



Рисунок 5-5 Устройство обратного осмоса

Следует отметить, что: в отличие от ионообменного опреснения, чистота (электропроводимость) получаемых вод после обратного осмоса имеет тесную связь с содержанием солей в исходной воде и производительностью системы в целом. Когда производительность фиксирована, чем выше содержание солей в поступающей воде, тем выше электропроводность и жесткость получаемой воды; за счет регулирования соотношения концентрата и пермиата в системах обратного осмоса можно добиться разной производительности и качества получаемой воды если увеличить количество сбрасываемого концентрата то, качество получаемой воды улучшается, но получаемый объём чистой воды снизится, а потребление энергии возрастет. Из чего следует, что обратный осмос не всегда подходит для подготовки воды для котлов. Для промышленных котлов необходимо добавить дополнительную систему умягчения. Для котлов электростанций или других объектов, которые потребляют сверхчистую воду, нужно установить дополнительную ионообменную очистку со смешанным слоем или системе электродеионизации.

В обычных условиях степень обессоливания установки обратного осмоса (т. е. процент содержания удаленных солей и содержание солей на входе) должна составлять от 95% до 98%, что можно рассчитать по формуле 5-8:

$$\eta \% = \frac{S_{J} - S_{C}}{S_{C}} \times 100\% \tag{5-8}$$

Данные в формуле: η% - скорость опреснения, %;

 $S_J$  — солесодержание (или электропроводность) входящей воды, мг/л (мкСм/см);

S<sub>c</sub> — солесодержание (или электропроводность) исходящей воды, мг/л (мкСм/см).

Пример: Предприятие в г. Сычуань оборудовано паровым котлом модели C3C55-1,25-Q, требующим контроля электропроводности подпиточной воды ≤ 20 мкСм/см, жесткости ≤ 0,03 ммоль/л, средняя электропроводность исходной воды составляет 836 мкСм/см, средняя жесткость

составляет 4,8 ммоль/л, а степень обессоливания вновь установленной установки вторичной очистки обратного осмоса должна достигать 98 %. Сможет ли обратный осмос справится с поставленной задачей?

Ответ: По формуле 5-8, при известных данных степени опреснения 98%, можно получить следующие данные: электропроводимость необходимой воды 16,7 мкСм/см, жесткость 0,096 ммоль/л. Хотя электропроводимость соответствует требованиям, жесткость превышает не соответствует национальному стандарту о требованиях воды для использования в паровых котлах. Даже если снизить производительность обратного осмоса не получится достичь установленных требований. Более того, скорость опреснения установки обратного осмоса будет постепенно снижаться после некоторого периода эксплуатации, а качество получаемой воды будет иметь некоторые колебания. Выходом и такой ситуации является установка умягчителя воды через систему обратного осмоса, что значительно снизит жесткость поступающей воды в обратный осмос, что может не только предотвратить образование накипи на мембране обратного осмоса, продлить срок службы мембраны, но и позволит достичь показателей который будут отвечать требованиям по жесткости питательной воды для котлов.

В целях экономии затрат многие пользователи комбинируют очистку обратным осмосом с ионообменной очисткой, это не только снижает затраты, но и обеспечивает соответствующее качество получаемой воды. Стандартные варианты комбинированных системы деминерализации:

- (1) Песчаная фильтрация или мультимедийная фильтрация → фильтр с активированным углем → умягчитель → обратный осмос → резервуар для деминерализованной воды (подходит для получения умягченной воды с низким содержанием соли);
- (2) Песчаная фильтрация или мультимедийная фильтрация  $\to$  фильтр с активированным углем  $\to$  слабо основная H+ смола  $\to$  декарбонизатор  $\to$  промежуточная накопительная емкость  $\to$  обратный осмос  $\to$  емкость для деминерализованной воды (подходит для очистки исходной воды с высоким содержанием солей и карбонатной жесткостью).
- (3) Чистая вода → фильтрация с помощью песка или фильтрация через мультимедиа → фильтр с активированным углем или ультрафильтрация → вторая ступень обратного осмоса → накопительная емкость для деминерализованной воды (подходит для очистки исходной воды с высоким содержанием соли, перед обратным осмосом необходимо добавить ингибитор для удаления накипи);
- (4) Чистая вода → песчаная фильтрация или мультимедиа-фильтрация → фильтр с активированным углем или ультрафильтрация → вторая ступень обратного → смешанный слой анионного и катионного обмена → накопительная емкость для деминерализованной воды (подходит для подготовки сверхчистой воды, необходимо добавить ингибитор для удаления накипи перед обратным осмосом);
- (5) Чистая вода → песчаный фильтр или фильтр с несколькими загрузками → фильтр с активированным углем или ультрафильтрация → слабо основная H+-смола → декарбонизатор → промежуточная емкость для воды → двухступенчатый последовательный обратный осмос → смешанный слой анионного и катионного обмена → накопительная емкость для деминерализованной воды ( подходит для очистки исходной воды с высоким содержанием солей и карбонатной жесткостью используется для производства сверх чистой воды).

В системе обратного осмоса с двумя последовательными ступенями концентрат, сбрасываемый со второй ступени, может перенаправляться на вход первой ступени.

#### 5.3.2.1 Загрязнение мембран

Мембранное загрязнение в основном включает загрязнение поверхности мембраны и закупоривание пор мембраны. Слой загрязнения на поверхности мембраны имеет примерно двухслойную структуру, верхний слой представляет собой рыхлый слой с более крупными частицами, а мелкий слой с мелкими частицами примыкает к поверхности мембраны и может смываться под действием сила потока воды при обратной промывке. Тонкий слой на поверхности мембраны оказывает большее влияние на нормальную работу мембраны. Из-за наличия загрязняющего слоя большое количество пор мембраны будет закрыто, а длительное взаимодействие между частицами и другими примесями в слое легко превратится в гель, повышая сопротивление водопроницаемости. Закупорка пор мембраны означает, что мелкие частицы попадают в поры мембраны, или внутренняя стенка пор мембраны становится меньше или полностью блокируется из-за образования осадков путем адсорбции примесей, таких как белки. Это явление, как правило, является необратимым процессом и может серьезно повлиять на работоспособность мембраны.

#### 5.3.2.2 Распространенные загрязнители

#### Обычные загрязнители можно условно разделить на следующие типы:

- (1) Коллоидное загрязнение: коллоид в основном присутствует в поверхностных водах, особенно при смене сезонов, коллоиды и взвешенные вещества, такие как глина и ил в воде, равномерно распределяются в водоеме, что чрезвычайно вредно для фильтрующей мембраны. Так как в процессе обработки воды большое количество коллоидных частиц устремляется на поверхность мембраны с потоком воды через мембрану, а частицы, удерживаемые мембраной, легко образовывали слой геля после длительной непрерывной работы. Некоторые частицы, размер которых равен или меньше размера пор мембраны, даже проникают внутрь поры мембраны, блокируя канал потока и вызывая необратимое повреждение.
- (2) Органическое загрязнение: некоторые органические вещества в воде присутствуют в природной воде, такие как гуминовые кислоты, танины и т. д., а также часть веществ добавляемых в процессе очистки воды, такие как поверхностно-активные вещества, детергенты, флокулянты полимеризации полимеров, и т.п. Эти вещества также легко адсорбируются на поверхности мембраны и ухудшают ее эксплуатационные характеристики.
- (3) Микробное загрязнение: микробное загрязнение также является фактором риска для безопасной работы мембраны. Некоторые питательные вещества задерживаются мембраной и накапливаются на поверхности мембраны. Бактерии быстро размножаются в этой среде. Живые бактерии вместе со своими экскреторными веществами образуют микробную слизь и плотно прилегают к поверхности мембраны. Эта слизь соединяется с другими отложениями образуется сложный покровный слой, который не только влияет на водопроницаемость мембраны, но и вызывает необратимые повреждения мембраны.
- (4) Образование накипи: когда исходная вода концентрируется до определенной степени в мембранном элементе, нерастворимые соли и вещества, склонные к образованию накипи, содержащиеся а концентрате, будут осаждаться из-за перенасыщения и осаждаться на поверхности мембраны или в канале концентрата это явление называется «накипью», которое легко вызывает закупорку пор мембраны.

#### 5.3.2.2 Предотвращение загрязнения мембраны

Чтобы предотвратить загрязнение мембраны, перед устройством обратного осмоса необходимо установить устройство предварительной водоподготовки. Как правило, для удаления из исходной воды взвешенных примесей и коллоидных веществ следует установить фильтр с кварцевым песка и с активированным углем — для удаления органических веществ и остаточного хлора, умягчитель — для удаления или уменьшить жесткости и предотвращения образования накипи (некоторые используют антинакипины для предотвращения образования накипи); микрофильтрацию или ультрафильтрацию можно использовать для полного удаления коллоидных веществ и микроорганизмов, но затраты высоки, а мембрана фильтра легко подвергается

воздействию частиц или коагуляции с размер пор такой же, как и у мембраны, поэтому в систему обработки мембраны следует добавлять соответствующие бактерициды, а поверхность мембраны следует регулярно очищать химией.

## 5.4 Применение автоматических регулирующих клапанов Runxin в системах опреснения воды

#### 5.4.1 Применение клапанов Runxin в системе ионообменного обессоливания

Материал автоматического регулирующего клапана Runxin устойчив к кислотам и щелочам, поэтому его можно применять в анионитных и катионитных обменниках. Клапан умягчения Runxin можно применять как в системах с анионитной так и с катионитной смолой, но даже не смотря на то, что регенерация производится щелочью или кислотой вместо соли. Для получения сверхчистой воды со смешанным слоем основными моделями регулирующих клапанов Runxin, подходящих для этих целей слоя, являются модели 15702 и 15704, в регулирующие клапаны со смешанным слоем - встроенные две форсунки, которые могут регенерировать смолу кислотой и щелочью.

### 5.4.2 Применение клапанов Runxin в системах предварительной очистки перед обратным осмосом

Постоянная система предварительной очистки в системе обратного осмоса: фильтрация с использованием песка или мультимедиа-фильтрация  $\rightarrow$  фильтр с активированным углем  $\rightarrow$  ионно-натриевый обмен  $\rightarrow$  обратный осмос; если параметры жесткость и щелочность исходной воды завышены, система предо чистки может выглядеть следующим образом: песочный фильтр или фильтрация с использованием нескольких загрузок  $\rightarrow$  фильтр с активированным углем  $\rightarrow$  слабо основная H+ смола  $\rightarrow$  декарбонизатор  $\rightarrow$  обратный осмос, можно использовать преимущества слабо основной ионообменной смолы для устранения карбонатной жесткости и предотвращения загрязнения мембран. В выше указанных случаях применяются такие же автоматические клапана что и для обычных фильтров и умягчителей воды.

### 5.4.3 Пример применения клапана Runxin в системе очистки деминерализованной воды

#### 5.4.3.1 Применение клапана Runxin в системе опреснения питьевой воды

#### (1) Предыстория

Во многих европейских странах некоторые крупные заводы, автозаправочные станции, зоны обслуживания скоростных автомагистралей и другие места с высокой концентрацией людей или большим количеством людей нуждаются в обеспечении большим количеством питьевой воды. В этих местах, как правило, в отдаленных районах, вдали от городов, затруднена доставка водопроводной воды, а подземные воды в основном используются в качестве питьевой воды после обратноосмотической очистки.

#### (2) Обзор проекта

Бразильская компания WATER WAREHOUSE поставляет системы питьевой воды для рабочих, строящих и обслуживающие скоростные трассы а так же для людей заезжающих на автозаправки. Исходная вода представляет собой подземную воду, и средние результаты измерения качества воды следующие: TDS составляет 1500 мг/л, жесткость составляет 300 частей на миллион (6 ммоль/л), содержание железа составляет от 4 до 5 частей на миллион, содержание марганца составляет от 0 до 2 частей на миллион и содержание хлоридов 450 мг/л.л, по этим данным можно квалифицировать воду как солоноватую с высоким содержанием солей и высокой жесткостью. Требуется подготовка питьевой воды с осветлением, TDS≤80 мг/л, жесткостью ≤30 ррm (0,6 ммоль/л), содержанием хлоридов ≤30 мг/л, расходом воды 0,5м³/ч. Для этой цели обычно используется обратноосмотические системы.

Учитывая, что содержание железа и марганца в подземных водах превышает нормы, нужно обратить внимание что обратноосмотические мембраны могут быть легко загрязнены. Во время

предварительной очистки в исходную воду добавляют хлор и гидроксид натрия, а затем пропускают через устройство для удаления железа и марганца, фильтруется активированным углем и умягчается смолой перед поступлением в систему обратного осмоса. Используются два комплекта автоматических фильтрующих клапанов 53502, установленных на фильтрах для удаления железа и марганца и фильтре с активированным углем; один комплект автоматических клапанов для умягчения воды 63502, установлен на емкость со смолой диаметром 0,4 м и высотой 1,65 м. Технологическая схема всего набора устройств для очистки воды следующая: вода из скважины  $\rightarrow$  водяной насос  $\rightarrow$  добавление хлора и гидроксида натрия  $\rightarrow$  фильтр для удаления железа и марганца  $\rightarrow$  фильтр с активированным углем  $\rightarrow$  умягчение  $\rightarrow$  обратный осмоса  $\rightarrow$  накопительная емкость для питьевой воды  $\rightarrow$  бустерный насос  $\rightarrow$  дезинфекция  $\rightarrow$  пункт питьевой воды. Схема устройства системы показана на рис. 5-6, а установка оборудования показана на рис. 5-7.

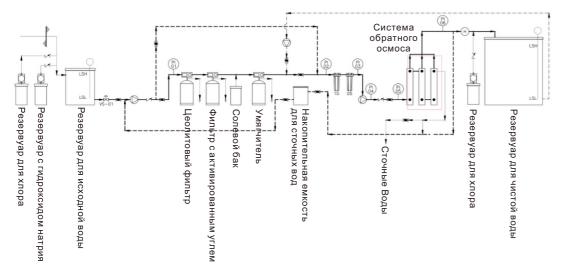


Рисунок 5-6 Схематическая компоновка системы очистки питьевой воды



Рис. 5-7 Система предварительной водоподготовки перед обратным осмосов

предварительной очистки в исходную воду добавляют хлор и гидроксид натрия, а затем пропускают через устройство для удаления железа и марганца, фильтруется активированным углем и умягчается смолой перед поступлением в систему обратного осмоса. Используются два комплекта автоматических фильтрующих клапанов 53502, установленных на фильтрах для удаления железа и марганца и фильтре с активированным углем; один комплект автоматических клапанов для умягчения воды 63502, установлен на емкость со смолой диаметром 0,4 м и высотой 1,65 м. Технологическая схема всего набора устройств для очистки воды следующая: вода из скважины  $\rightarrow$  водяной насос  $\rightarrow$  добавление хлора и гидроксида натрия  $\rightarrow$  фильтр для удаления железа и марганца  $\rightarrow$  фильтр с активированным углем  $\rightarrow$  умягчение  $\rightarrow$  обратный осмоса  $\rightarrow$  накопительная емкость для питьевой воды  $\rightarrow$  бустерный насос  $\rightarrow$  дезинфекция  $\rightarrow$  пункт питьевой воды. Схема устройства системы показана на рис. 5-6, а установка оборудования показана на рис. 5-7.

#### (4) Эффективность

С момента установки и использования устройства в начале 2017 года система работает стабильно, получаемая вода отвечает поставленным параметрам, автоматические клапана полностью отвечают поставленным задачам.

#### 5.4.3.2 Применение клапанов Runxin в системе обратного осмоса в растениеводстве

Благодаря социальному развитию и научно-техническому прогрессу оборудование для опреснения воды обратным осмосом широко используется в питьевой, химической, пищевой, фармацевтической, животноводческой, растениеводческой и других областях. Мембрана обратного осмоса легко загрязняется примесями, особенно при высокой мутности и жесткости входящего потока, что приводит к тому, что поры мембраны легко блокируются, в результате чего производительность обратного осмоса значительное снижается. По этой причине нельзя экономить на установки системы предварительной очистки, предварительной фильтрации и предварительной обработки против образования накипи, что будет на прямую влиять на срок стабильной работы системы в целом. Ниже для справки представлены варианты применения автоматического регулирующего клапана Runxin в системе предварительной очистки обратного осмоса.

#### (1) Предыстория

В промышленном парке редких грибов в городе Гуйян, провинция Гуйчжоу, исходная вода используется для муниципального водоснабжения со средним содержанием солей 286 мг/л и средней жесткостью 4,4 ммоль/л. Из-за высокого содержания солей (электропроводности) в воде, имеется ощутимое влияние на качество и рост продукта, устройство вторичного опреснения обратного осмоса (т.е. устройство обратного осмоса) предназначено для снижения содержания солей (электропроводности) исходной воды для подготовки воды для поливки грибной плантации. Из-за высокой жесткости воды поверхность мембраны обратного осмоса легко блокирует поры мембраны из-за образования накипи. Чтобы предотвратить повреждение мембраны обратного осмоса, продлить срок службы мембраны и обеспечьте нужную производительность обратного осмоса перед устройством обратного осмоса была установлена система предварительной очистки: песочный фильтр и фильтр с активированным углем, Требования для поливной воды, следующие: мутность <1,0 NTU, жесткость ≤0,06 ммоль/л.

#### (2) Обзор проекта и конфигурация оборудования

- а) Конфигурация песочного фильтра: стекловолоконная колона 400×1650, заполненная 200 кг (10-20 меш) кварцевым песком, и фильтрующий клапан Runxin 51106.
- b) Конфигурация угольного фильтра: стекловолоконная колона 400×1650, заполненная 75 кг активированного угля из ореховой скорлупы, и фильтрующий клапан Runxin 51106.
- с) Конфигурация умягчителя: стекловолоконная колона 400×1650, заполненная ионообменной смолой на 150 л, солевой бак на 200 л и автоматический клапан умягчения по расходу Runxin 63604.

Система обслуживается специальным персоналом на месте, а показатели качества получаемых вод регулярно контролируются. Клапан умягчения настроен на параметре A-02, чтобы обеспечить подачу мягкой воды на обратный осмос; в то же время выходной сигнал установлен на b-01, когда умягчитель воды регенерируется, осмоса останавливается. После регенерации он автоматически возобновит работу, чтобы предотвратить подачу жесткой воды в осмос, а так же защитить насос повышения давления от холостого хода.

Технологически система очистки воды выглядит следующим образом: городское водоснабжение  $\to$  накопительная емкость для исходной воды  $\to$  насос для исходной воды  $\to$  песчаный фильтр  $\to$  угольный фильтр  $\to$  умягчитель воды  $\to$  обратный осмоса  $\to$  накопительная емкость для чистой воды  $\to$  бустерный насос  $\to$  точка поливной воды. Оборудования показано на рис. 5-8.



Рисунок 5-8 Песчаный фильтр-угольный фильтр-умягчитель и система обратного осмоса с накопительной емкостью для чистой воды

### (3) Эффективность

Вода, производимая системой, проверена и полностью соответствует водному стандарту. С момента установки и эксплуатации в начале 2019 года система работает стабильно, получаемая вода отвечает поставленным параметрам, автоматические клапана полностью отвечают поставленным задачам.

### 5.4.3.3 Применение клапана Runxin в системе производства сверхчистой воды

#### (1) Предыстория

Фармацевтическая компания во Внутренней Монголии, Китай, нуждается в сверхчистой воде для производственных целей. Исходной водой является подземная вода, у ее следующие параметры: мутность 8~9 NTU, электропроводность 1100~1200 мкс/см, жесткость 4~5,5 ммоль/л. Требуется подготовить сверхчистую воду с проводимостью ≤0,3 мкСм/см, а количество воды, необходимое для производства составляет 8~12 мЗ/ч. С этой целью в конструкции используется двухступенчатый обратный осмос + электрическое опреснение EDI, в роли предфильтра выступает кварцевый песок и активированный уголь для удовлетворения требований к входу воды в устройство обратного осмоса.

### (2) Обзор проекта

Поскольку мутность и жесткость сырой воды не очень высоки, в конструкции системы используются

воды, отфильтрованные кварцевым песком и активированным углем, помимо этого добавляется ингибитор для предотвращения образования накипи на мембране обратного осмоса. После вторичной обработки осмосом вода проходит через EDI для получения сверхчистой воды. Диаметр емкости для фильтра с кварцевым песком и активированным углем составляет 1,5 м, а высота - 2,4 м. В обоих фильтрах используется фильтрующий клапан с автоматическим управлением по времени Runxin 53530. Технологическая схема показана на рис. 5-9, а установка оборудования показана на рис. 5-10.



Рисунок 5-9 Технологическая схема фильтра и двухступенчатого обратного осмоса



Рисунок 5-10 Фильтр и двухступенчатая система обратного осмоса

Технологическая схема системы водоподготовки следующая: накопительная емкость для исходной воды  $\to$  насос для исходной воды  $\to$  фильтр с мультизагрузкой  $\to$  фильтр с активированным углем  $\to$  дозирование ингибитора  $\to$  защитный фильтр  $\to$  насос высокого давления  $\to$  двухступенчатый обратный осмоса $\to$  промежуточная накопительная емкость для воды  $\to$  насос для подачи воды в EDI  $\to$  EDI (Электрическое опреснение)  $\to$  накопительная емкость для сверхчистой воды  $\to$  насос подачи воды  $\to$  конечный фильтр  $\to$  ультрафиолетовая лампа  $\to$  вода для фармацевтических препаратов.

### (3) Эффективность

Система установлена и эксплуатируется с начала 2018 года, работает стабильно, получаемая вода отвечает поставленным параметрам, автоматические клапана полностью отвечают поставленным задачам.

### 5.4.3.4 Применение клапана Runxin для опреснения подпиточной воды котла

### (1) Предыстория

Пивоваренный завод в Сичане, провинция Сычуань, изначально имел угольный котел с производительностью испарения 6 м³/ч, а подпиточная вода умягчалась с помощью ионообменника натрия с автоматическим управлением. Чтобы адаптироваться к новой национальной политике в области охраны окружающей среды, первоначальные угольные котлы были упразднены и заменены электрическими отопительными котлами с той же производительностью испарения. В связи с повышенными требованиями к качеству электрических отопительных котлов для водоснабжения первоначальная подготовка умягченной воды уже не могла отвечать поставленным требованиям котлового водоснабжения и нуждалась в обновлении и модернизации. Для этого подпиточная вода умягчается, а затем подвергается вторичной очистке обратным осмосом. Исходная вода, используемая на заводе, является муниципальной водопроводной водой, и усредненные параметры исходной воды следующие: рН 7,2, жесткость 1,8 ммоль/л, общая щелочность 0,9 ммоль/л. Требуется, чтобы жесткость получаемых вод была менее 0,03 ммоль/л, электропроводность была не менее 5 мкСм/см, а расход воды составлял 10 м³/ч.

### (2) Обзор проекта

Для предотвращения загрязнения мембран обратного осмоса и продления срока службы мембраны для удаления взвешенных примесей и снижения мутности используется фильтр из кварцевого песка, а для удаления остаточного хлора и органических веществ используется фильтр с активированным углем. Фильтр с песком и активированным углем представляют собой стекловолоконные колоны: диаметр 1,5 м, высота 2,2 м, и используют клапана с автоматическим управлением 53530. После фильтра с песком и активированным углем и умягчителя вода с помощью насоса повышения давления попадает в обратный осмос после чего накапливается в емкости для чистой воды. Из накопительной емкости проходя через деаэратор вода подаётся в котел.

Технологический поток системы: городская водопроводная вода -> накопительная емкость для исходной воды→ насос для исходной воды → мультимедийный  $фильтр \rightarrow фильтр с$ активированным углем → умягчитель воды → защитный фильтр → двухступенчатая система обратного осмоса  $\rightarrow$ накопительная емкость для деминерализованной воды. Установка устройства показана на рис. 5-11.



Рисунок 5-11 Система предочистки перед обратным осмосом.

### (3) Эффективность

Система установлена и эксплуатируется с начала 2018 года. Система работает стабильно, получаемая вода отвечает поставленным параметрам, автоматические клапана полностью отвечают поставленным задачам.

### 5.4.3.5 Применение клапана Runxin в системах со смешенными слоями.

### (1) Предыстория

В процессе производства серебренного порошка сам порошок необходимо многократно промывать деионизированной водой и фильтровать для получения порошка серебра высокой чистоты. Если очистка не будет тщательной, в порошке будут примеси, что вызовет агломерацию серебряного порошка при высыхании. Деионизированная вода для очистки обычно требует удельного сопротивления 15 МОм·см или более.

### (2) Обзор проекта

Необходимый расход деионизированной воды составляет 10 м³/ч, удельное сопротивление ≥15 МОм.см, исходная вода берется из водопровода. Деионизированная вода подготавливается для использования проходя через фильтр с активированным углем + умягчитель + система обратного осмоса + система ионного обмена со смешенными слоями. Ионообменная система со смешанным слоем оснащена тремя специальными армированными стекловолокном колонами диаметром 300 мм и высотой 2000 мм, заполненными сильно основным катионитом и анионитом в соотношении 1:2. выбраны три регулирующих клапана Runxin 15704, для формировавантя трех комплектов ионообменных систем со смешанным слоем, работающих параллельно для подачи воды. Установка оборудования показана на рисунке 5-12. Средняя производительность при работе со смешанным слоем составляет 50 м<sup>3</sup>/ч (обычно 40~60 м<sup>3</sup>/ч), скорость обратной промывки составляет 10 м³/ч, а скорость потока при регенерации составляет 5 м³/ч. Качество получаемой воды контролируется в режиме онлайн с помощью измерителя удельного сопротивления. При достижении заданного значения автоматически открывается регулирующий клапан для начала регенерации. Регулирующий клапан Runxin имеет устойчивую к кислотам и щелочам керамическую уплотнительную структуру и использует метод синхронной регенерации при регенерации анионных и катионных смол. Регулирующий клапан оснащен

форсунками для подачи кислоты и щелочи, а катионит и анионит синхронно регенерируются за счет всасывания жидкости кислоты и щелочи соответственно через струйный сифон. Процесс очистки воды, используемый в этой системе, следующий: исходная вода  $\rightarrow$  фильтр с активированным углем  $\rightarrow$  умягчитель  $\rightarrow$  обратный осмос  $\rightarrow$  промежуточная накопительная емкость для воды  $\rightarrow$  бустерный насос  $\rightarrow$  система ионного обмена со смешанным слоем  $\rightarrow$  накопительная емкость для деионизированной воды.

### (3) Эффективность

После деионизации исходной воды удельное сопротивление получаемых вод составляет более 15 МОм·см, а максимальное может достигать 17,6 Ом·см. Система работает 8 часов в день и регенерирует примерно каждые полмесяца. Эффект деионизации хороший, а эксплуатационные расходы низкие.



Рисунок 5-12 Система со смешанным слоем

# 6 Применение клапана Runxin в специальных системах очистки воды

Специальная обработка воды, упомянутая в этой главе, в основном относится к очистке воды от железа, марганца, растворенного кислорода, фтора, мышьяка, нитратов и нитритов, а также ионов тяжелых металлов, таких как медь, свинец, цинк и никель, содержащихся в воде.

# 6.1 Применение клапана Runxin в системе удаления железа и марганца

### 6.1.1 Влияние железо- и марганецсодержащих вод на жизнь

Подземные воды, содержащие железо и марганец, часто существуют в форме двухвалентного железа и двухвалентного марганца с высокой растворимостью. Из-за высокого содержания растворенного кислорода в поверхностных водах железо и марганец в основном отлагаются под водой в виде нерастворимых  $Fe(OH)_3$  и  $MnO_2$ . Двухвалентное железо и двухвалентный марганец относительно стабильны в грунтовых водах с дефицитом кислорода, но они легко окисляются до  $Fe_2O_3$  и  $MnO_2$  на воздухе. Поэтому для подземных вод с повышенным содержанием ионов железа характерно то, что бесцветные подземные воды, только что откачанные из скважины, через некоторое время постепенно мутнеют и становятся буро-красного цвета, и чем выше содержание железа, тем темнее цвет, потому что двухвалентное железо в воде окисляется до  $Fe_2O_3$ .

При содержании железа в воде менее 0,3 мг/л трудно обнаружить его наличие, при содержании железа более 0,3 мг/л легко желтеет одежда и посуда, при условии того, что температуре более 30 градусов, при достижении 1,0 мг/л, будет очевидный запах ржавчины. Ионы железа также могут легко способствовать росту железобактерий в трубопроводной сети, образовывать липкую пленку в трубопроводной сети, загрязнять производственную воду и вызывать повреждения трубопровода. Кроме того, вода с высоким содержанием железа поступает в котельное и теплообменное оборудование, в котором легко образуется накипь оксида железа и под накипью происходит коррозия; если исходная вода с высоким содержанием железа поступает в ионообменник это может привести к отравлению смолы.

При содержании марганца в воде более 0,1 мг/л питьевая вода будет иметь неприятный привкус, а посуда и одежда будут терять свой изначальный цвет, если двухвалентное соединение марганца в растворе окислится, то выпадет в осадок и вызвать образование накипи; когда содержание марганца в воде достигает 0,2 мг/л, на внутренней стенке водопроводной трубы образуется налет, который вытекает с потоком воды, что приводит к образованию черных осадков.

Марганец является одним из незаменимых микроэлементов для организма человека, животных и растений, но чрезмерное потребление марганца может вызвать отравление, а длительное воздействие соединений марганца также может вызвать отравление марганцем. Ранними проявлениями являются повышенная утомляемость, головокружение, головная боль, бессонница, слабость в нижних конечностях и др. Тяжелые отравления также могут вызывать речевые расстройства, невнятную речь, затруднение артикуляции, бессвязность речи. Марганецсодержащая вода будет придавать воде цвет, запах и вкус, влияя на качество промышленных товаров, таких как текстиль, производство бумаги, пивоварение, продукты питания и т. д., а также загрязняет бытовую технику, стирка одежды в такой воде будет приводить к образованию на ней серых пятен.

Поэтому вода, богатая ионами железа и марганца, имеет негативное влияние для жизни человека, промышленному и сельскохозяйственному производству и перед употреблением нуждается в обработке.

### 6.1.2 Общие процессы очистки воды для удаления железа и марганца

### 6.1.2.1 Удаление железа

Двухвалентное железо в подземных водах нестабильно и часто удаляется аэрацией. Соли двухвалентного железа в подземных водах обычно существуют в форме бикарбоната железа  $Fe(HCO_3)_2$ . Как правило, грунтовые воды закачиваются в аэротенк через водяной насос, а сжатый воздух вводится в водопровод или аэротенк, или воздух подмешивается в трубопровод струйным методом, так что кислород в воздухе полностью смешивается с водой. Цель окисления двухвалентного железа в трехвалентное железо, а затем фильтрация через марганцевый песок или другие фильтрующие материалы для удаления железа и марганца (для удаления осадков оксида железа).

Природный марганцевый песок (основной компонент – диоксид марганца) является хорошим катализатором окисления двухвалентного железа в трехвалентное. Когда значение pH превышает 5,50 (как правило, значение pH исходной воды должно поддерживаться на уровне 6,5–7,0 для достижения лучшего эффекта очистки), это может ускорить процесс окисления двухвалентного железа до трехвалентного железа. Уравнение химической реакции выглядит следующим образом:

$$4Fe^{2+}+O_2+8OH^2+2H_2O\rightarrow 4Fe(OH)_3\downarrow$$

Во время процесса окисления в воде должно поддерживаться достаточное количество растворенного кислорода для окисления двухвалентного железа в трехвалентное, а после гидролиза оно будет осаждаться в виде коллоидного гидроксида трехвалентного железа в виде коричневых хлопьев, железо можно удалить фильтрованием через марганцевый фильтр.

### 6.1.2.2 Удаление марганца

Удаление марганца путем окисления в основном такое же, как и удаление железа. Марганецсодержащая вода аэрируется и проходит через фильтрующий материал из марганцевого песка в результате чего на поверхности фильтрующего материала из марганцевого песка Mn2+ окисляется растворенным кислородом до MnO2, который адсорбируется на поверхности фильтрующего материала - этот процесс также является автокаталитической реакцией. Формула реакции:

$$2Mn^{2+}+O_2+4OH^- \rightarrow 2MnO_2\downarrow+2H_2O$$

При фильтрации солей двухвалентного марганца в воде также могут протекать следующие химические реакции, связанные с адсорбцией MnO:

$$MnO_3 \cdot H_3O + Mn^{2+} + 2OH^{-} \rightarrow MnO_3 \cdot MnO \cdot H_3O + H_3O$$

Эффективный марганцевый песок Неэффективный марганцевый песок

После того как марганцевый песок соединяется с  $Mn^{2+}$  с образованием триоксида марганца, он теряет эффективность удаления марганца. Необходимо добавить регенерацию окислителя. Повторно окислить  $MnO_2 \cdot MnO$  до  $MnO_2$ . В общем производстве метод добавления хлора ( $Cl_2$ ) в воду часто используется для восстановления марганца. Формула реакции:

$$MnO_2 \cdot MnO \cdot H_2O + 2H_2O + CI_2 \rightarrow 2MnO_2 \cdot H_2O + 2HCI$$

Удаление марганца гораздо сложнее, чем удаление железа. Когда железо и марганец сосуществуют, железо мешает удалению марганца. В фильтрующем слое удаление железа должно быть завершено до начала удаления марганца, поэтому для стабильного удаления марганца концентрация Fe2+ не должна превышать 2 мг/л.

### 6.1.2.3 Методы удаления железа и марганца

(1) Когда содержание железа и марганца в исходной воде высокое, т.е. содержание Fe превышает 5 мг/л, а содержание марганца превышает 1,5 мг/л, то при одновременной обработке используется марганцевый песок, поскольку железо легче окисляется, чем двухвалентный марганец. Поэтому, как правило, необходимо использовать метод вторичной

фильтрации, то есть сначала удалить железо, чтобы концентрация  $Fe^{2+}$  была ниже 2 мг/л, а затем удалить марганец. Процесс выглядит следующим образом:

Грунтовые воды → погружной насос (насос с преобразованием частоты) → аэрация → первичная фильтрация (удаление железа) → вторичная фильтрация (удаление марганца)

(2) Если концентрация железа и марганца низкая, содержание железа менее 5 мг/л и содержание марганца менее 1,5 мг/л, его можно удалить одностадийной фильтрацией.

Процесс выглядит следующим образом:

Грунтовые воды  $\to$  погружной насос (насос с преобразованием частоты)  $\to$  аэрация  $\to$  фильтрация (удаление железа и марганца одновременно)

### 6.1.3 Фильтрующий материал для удаления железа и марганца.

В настоящее время в Китае обычно используются следующие фильтрующие материалы для удаления железа и марганца: марганцевый песок, алюмосиликат и фильтрующие материалы с синтетическим молекулярным ситом типа JM-3, которые в основном реализуются по принципу химической реакции и адсорбции.

Марганцевый песок в основном использует марганцевую активную фильтрующую мембрану  ${\rm MnO_2}$  на поверхности для удаления марганца; фильтрующий материал алюмосиликат представляет собой пористый гранулированный фильтрующий материал, содержащий кремний, железо и алюминий, который обладает хорошей фильтрацией, адсорбцией, флокуляцией и осаждением; фильтрующий материал типа  ${\rm JM-3}$  представляет собой решетчатый тетраэдр из кремния, алюминия и кислорода, который удаляет железо и марганец путем адсорбции и ионного обмена.

Кремний в фильтрующем материале для удаления железа и марганца JM-3 заменяется алюминием, в то время как алюминий является трехвалентным, а кремний четырехвалентным, не имеет заряда и нуждается в дополнении положительно заряженными ионами. Когда вода контактирует с фильтрующим материалом JM-3, положительно заряженные ионы в воде могут дополнить недостающий заряд в фильтрующем материале JM-3, так что он поглощается фильтрующим материалом для достижения поставленных целей в очистке воды. JM-3 может эффективно удалять большую часть неорганических солей и некоторых органических веществ в воде, а скорость удаления составляет от 70% до 90%, особенно для данный материал особо эффективен для удаления фтора, мышьяка, ртути, свинца, кадмия, селена, молибдена, железа, марганца, а также для удаления токсикологических веществ таких как цинк, кальций, магний и др.

Фильтрующий материал серии JM представляет собой пористый материал, который содержит много пор, размер пор составляет от 0,5 до 1,6 нанометров и имеет большую удельную поверхность, как правило, (500-1000) м²/г. В производстве используется физико-химический метод его активации для достижения цели удаления ионов, поэтому его можно регенерировать и использовать повторно. Материал прочный, кислото- и щелочестойкий, устойчив к высоким температурам и имеет срок службы в десятки лет.

Сравнение фильтрующих материалов для удаления железа и марганца показано в таблице 6-1.

Таблица 6-1 Сравнение распространенных фильтрующих материалов для удаления железа и марганца

Сравнение Марганец		JM-3	Алюмосиликат
Удельнаяплотность	цельнаяплотность (1.8~3.2)kg/cm³		(0.5~0.8)kg/cm <sup>3</sup>
Происхождение	Природная марганцевая руда	Синтетический материал	Синтетический материал
Принцип удаления Адсорбция марганца		Хим.реакция и адсорбция	Адсорбция
Срок использования	2 года	>10 лет	2 года

Процесс удаления железа и марганца	Сначала удаляется железо путем аэрации, после добавляется щелочной реагент для повышения значения рН воды, что позволяет удалить марганец; В конце нужно добавить кислотный реагент, чтобы отрегулировать значение рН воды на выходе ниже 8,2.	После аэрации водный поток входить в фильтрующий материал в процессе чего адсорбируется железо и марганец. Содержание железа в получаемых водах составляет менее 0,3 мг/л, а содержание марганца - менее 0,1 мг/л.	Сначала удаляется железо, затем идет процесс аэрации и добавляется щелочь для повышения значения рН воды, после чего удаляется марганец.	
Регенерация	Для регенерации фильтрующего материала в воду нужно добавлять хлор, озон или другие окисляющие вещества.	Регенерация происходит за счет замачивания фильтрующего материала в 2,5% растворе щелочи примерно на 3 часа.	Обратная промывка	
Направление и скорость потока	Направление потока с вер	ху в низ, скорость потока	8,0 м/ч	
Срок замены	1∼2года	После 10 лет	1∼2 года	
Кол. Обратных промывок и расход воды	Каждые 4∼8 часов нужно делать промывки 1 раз. Расход воды при промывке очень большой	Каждую неделю нужно 1 раз промывать. Расход воды малый.	Каждые 4∼8 часов нужно делать промывки 1 раз. Расход воды при промывке большой	
Срок использования емкостей	Емкости из углеродистой стали можно использовать до 8 лет, каждый год требуется антикоррозийная обработка	Стекловолоконные колоны можно использовать более 20ти лет.	Стекловолоконные колоны или емкости из углеродистой стали.	
Потребление регенерата	Вы <del>сокое</del>	Низкое	Высокое	
Комплексное сравнение	Можно удалять железо и марганец, но система сложна в эксплуатации и управлении. Стоимость системы слишком высокая, а качество получаемой воды не всегда стабильно.	Процесс удаления железа и марганца прост, а эксплуатационные расходы низкие. Комплексная стоимость низкая, а качество получаемых вод стабильно.	Можно удалять железо и марганец, но система сложна в эксплуатации и управлении. Стоимость системы слишком высокая, а качество получаемой воды не всегда стабильно.	

### 6.1.4 Обычно используемые методы окисления двухвалентного марганца

В зависимости от содержания железа и марганца обычно используемые методы окисления двухвалентного марганца в основном включают: метод аэрации и метод окисления озоном.

### 6.1.4.1 Метод аэрации

Обычно используемые методы аэрации делятся на метод капельной аэрации и метод струйной аэрации, их характеристики, следующие:

- 1.Метод капельной аэрации: грунтовые воды закачиваются глубинным насосом и сбрасываются прямо в бассейн с высоты. В процессе падения воды с высоты вода контактирует с воздухом, за счет чего увеличивается содержание растворенного кислорода в воде. Этот метод не дает возможности сильно обогатить воду кислородом, поэтому в основном используется для грунтовых вод с низким содержанием железа и марганца.
- 2.Метод струйной аэрации: в процессе откачки грунтовых вод через глубинные насосы к транспортирующему трубопроводу добавляется эжектор, вода проходит через магистральный трубопровод эжектора тем образом создавая вакуум что ведет с подсосу воздуха в результате чего вода насыщается кислородом. Насыщение кислородом в данном способе выше чем у метода капельной аэрации.

### 6.1.4.2 Методика окисления озоном

(1) Принцип метода окисления озона: добавив генератор озона в систему фильтров, используется озон для ускорения окисления двухвалентного железа и марганца, а затем удаление через фильтрующий материал железа и марганца. Множество жилых кварталов в Соединенных Штатах находятся далеко от города, поэтому нет возможности подключить к городскому трубопроводу, а грунтовые воды имеют высокое содержание железа и марганца, поэтому часто используется метод окисления озоном. Окислительно-восстановительная реакция озонированных ионов железа и марганца:

$$6Fe^{2^+}+O_3+8OH^-+7H_2O\rightarrow 6Fe(OH)_3\downarrow +4H^+$$
  
 $3Mn^{2^+}+O_3+2OH^-+H_2O\rightarrow 3MnO_2\downarrow +4H^+$ 

### (2) Оборудование и процесс метода окисления озона

Оборудование состоит из аэротенка и фильтрационной емкости. Озон, вырабатываемый генератором озона, поступает в аэротенк. Фильтрационная емкость заполнена специальным фильтрующим материалом для удаления железа и марганца, а для автоматического управления используется клапан умягчения Runxin. Процесс водоподготовки выглядит следующим образом:

- а) Эксплуатация: Поток воды сначала поступает в аэротенк, окисляется озоновой аэрацией и затем поступает в фильтрующую емкость, а окисленный коллоидный осадок железа и марганца удаляется путем фильтрации через специальный слой фильтрующего материала. Когда удаление железа и марганца из фильтрующего материала достигает заданного объема производства воды или цикла, необходимо удалить осадок в фильтрующей емкости и аэротенке посредством обратной промывки.
- б) обратная промывка: поток воды поступает из нижней части фильтрующей емкости, промывает и разрыхляет фильтрующий слой снизу вверх, очищает коллоидные отложения железа и марганца, попавшие в фильтрующий слой во время фильтрации, остаточные газы удаляются через регулирующий клапан. Когда содержание железа ниже 10 мг/л, можно делать обратную промывку непосредственно исходной водой, а когда содержание железа превышает 10 мг/л, то необходимо промывать водой, в которой удалено железо.
- в) Ввод озона: после завершения обратной промывки программа управления регулирующим клапаном переходит в состояние забора соли (и одновременно активируется генератор озона), так что озон поступает в аэротенк. При наполнении емкости озоном до определённого объёма клапан переходит в режим прямой промывки.

d) Прямая промывка: поток воды сначала поступает в аэротенк для аэрации и окисления, а затем поступает в фильтрующий бак для промывки фильтрующего материала сверху вниз. После завершения промывки клапан переходит в рабочее положение.

Для фильтра, используемого для удаления железа и марганца методом аэрации следует выбирать автоматический клапан. Однако нужно учитывать, поскольку нет солевого бака функцию наполнения солевого бака должна быть отключена (выставить в настройках 0), когда Клапан умягчения перейдет в режим забора поглощения соли нужно запустить установку производству озона и открыть подачу озона в аэротенк. Схема установки показана на Рисунке 6-1 Бак справа — это аэротенк, а бак слева заполнен фильтрующим материалом.



Рисунок 6-1 Система удаления железа и марганца

### 6.1.5 Практическое применение системы удаления железа и марганца

Принимая во внимание процесс удаления железа и марганца, а также особенности фильтрующего материала, следует уделить внимание выбору регулирующего клапана для фильтрации, обычно используется клапан с боковой установков, особое внимание стоит обратить на пропускную способность клапана и подобрать клапан в зависимости от требуемой производительности.

- 6.1.5.1 Применение автоматического регулирующего клапана Runxin для удаления железа и марганца
- 6.1.5.1.1 Очистка воды в сельской местности водопроводные сооружения использующие методы аэрации для удаления железа и марганца.

### (1) Предыстория

Многие водоочистные сооружения на севере Китая используют подземные воды в качестве источника воды для водоснабжения, но в некоторых районах содержание железа и марганца в подземных водах достаточно высокое, и их необходимо очищать перед подачей в дома пользователей.

В городе на северо-западе Цзилиня суточная подача воды водопроводной станции составляет 1200 м3, а источником воды являются подземные воды. Национальный стандарт требует, чтобы содержание железа в водопроводной воде было менее 0,3 мг/л, а содержание марганца — менее 0,1 мг/л, но содержание железа в местной подземной воде — 1,0 мг/л, содержание марганца — 0,4. мг/л, а общее количество бактериальных колоний превышает норматив.

### (2) Обзор проекта

Учитывая, что содержание железа и марганца в исходной воде не слишком высокое, применяется методика аэрации, а затем фильтрации с помощью алюмосиликата для удаления железа и марганца. В системе используется водяной насос для перекачки колодезной воды в емкость. После аэрации вода поступает в систему фильтров для удаления железа и марганца. Система состоит из фильтрующего резервуара диаметром 1,5 м и высотой 2,2 м. м (заполнен алюмосиликатом). В качестве регулирующего клапана выбрана модель Runxin 53540. Отфильтрованная вода стерилизуется и дезинфицируется генератором диоксида хлора, а затем поступает в емкость для чистой воды и транспортируется к каждой точке водоснабжения с помощью водяного насоса.

Процесс очистки воды, используемый в системе удаления железа и марганца, показан на Рисунке 6-2: вода из скважины  $\to$  перекачка насосом в емкость для воды из скважины  $\to$  аэрация воздуходувкой  $\to$  насос исходной воды  $\to$  фильтр для удаления железа и марганца  $\to$  стерилизация (два генератора оксида хлора)  $\to$  емкость для чистой воды. Устройство системы фильтрации показано на рис. 6-3.



Рис. 6-2 Процесс очистки воды от железа и марганца путем аэрации и фильтрации.



Рисунок 6-3 Устройство фильтра для удаления железа и марганца

### (3) Эффективность

После аэрации скважинной воды Fe2+ окисляется до Fe3+, Mn2+ окисляется до MnO2 и удаляется после адсорбции и фильтрации с помощью алюмосиликата, стерилизуется генератором диоксида хлора. Содержание железа и марганца и общее количество бактериальных колоний в водопроводной воде соответствуют государственным стандартам, система работает исправно с момента ввода в эксплуатацию в 2018 году.

### 6.1.5.1.2 Удаление марганца при очистке заводских сточных вод

### (1) Предыстория

На некоторых предприятиях по обработке металлов сточные воды, образующиеся в процессе производства, имеют высокое содержание железа и марганца. В нормальных условиях его обычно сбрасывают в канализационную станцию для очистки, но при этом расходуется много водных ресурсов. Предприятие по производству нержавеющей стали в Циндао производит холоднокатаную листовую сталь. Содержание марганца в сточных водах, образующихся в процессе производства, достигает 1,5–2,5 мг/л, что превышает стандарт сброса (не более 0,1 мг/л) Помимо содержания марганца в воде также присутствуют некоторые металлические частицы, которые необходимо удалить перед сбросом воды в канализацию. Объем очищаемой воды составляет 6 м³/ч.

### (2) Обзор проекта

Чтобы снизить содержание марганца с 1,5 мг/л до 2,5 мг/л до уровня ниже 0,1 мг/л, требуется аэрация, а затем обработка марганцевым песком. Чтобы обеспечить непрерывную подачу воды, фильтр для удаления марганца использует метод «одна система в работе и одна в резерве».

Поскольку сточные воды содержат частицы металлических примесей, для удаления сточных вод используются отстойники и сетки, в которых будут задерживаться металлические частицы.

Сточные воды сбрасываются в отстойник, где после осаждения и первичной фильтрации (сетчатый фильтр) поступают в емкость, куда подается сжатый воздух. После аэрации вода проходит через марганцевый фильтр. В системе фильтрации используются две фильтрующий емкости из углеродистой стали (с резиновым покрытием) ф900×2200 мм, заполненные 1,2 тоннами марганцевого песка, и оснащенные автоматическим регулирующим клапаном Runxin 53520 и трехходовым клапаном для формирования осуществления методики «одна система в работе и одна в резерве».

Технологическая схема системы очистки сточных вод следующая: сточные воды  $\rightarrow$  отстойник сточных вод  $\rightarrow$  сетчатый фильтр  $\rightarrow$  емкость для сбора сточных вод (аэрация сжатым воздухом)  $\rightarrow$  самовсасывающий бустерный насос (запуск и остановка в зависимости от уровня жидкости в резервуаре)  $\rightarrow$  фильтр  $\rightarrow$  электрический трехходовой клапан (работа, обратная промывка, прямая промывка)  $\rightarrow$  марганцево-песчаный фильтр (один рабочий и один резервный)  $\rightarrow$  электрический трехходовой клапан (один рабочий и один резервный)  $\rightarrow$  накопительная емкость. Схематично система показана на рис. 6-4.

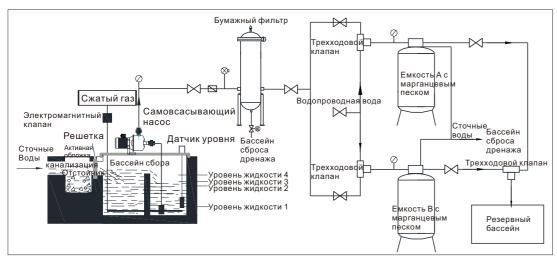


Рисунок 6-4 Схема системы очистки сточных вод от марганца

### (3) Требования к системе

- ① Расположение отстойника и сетчатого фильтра показано на рис. 6-5.
- ② Перед емкостью для сбора сточных вод под землей вырыт бетонный отстойник глубиной 0,5 м и длиной 1,2 м, где крупные частицы примесей в воде оседают на дно. Можно осуществлять регулярное ручное извлечение примесей на дне отстойника в режиме онлайн, а так же очищать сетчатый фильтр без остановки работы системы.
- ③ Размер емкости для сбора сточных вод: длина х ширина х высота составляет около 2 м х 2 м х 2,5 м, середина отделена, внутренняя часть соединена аэрационной трубой, подача сжатого воздуха открывается и закрывается в зависимости от уровня воды.
- ④ Для обеспечения непрерывной подачи воды установлено два самовсасывающих бустерных насоса, которые включаются в зависимости от уровня воды в отстойнике. Когда уровень воды достигают определенного уровня два насоса включаются одновременно; когда уровень воды ниже минимально установленного уровня оба насоса остановятся.
- ⑤ Два марганцево-песчаных фильтра, один для работы, а другой для резервного использования, промываются водопроводной водой. Когда фильтр А достигает заданной временной точки с помощью клапана управления Runxin 53520 и трехходового клапана вода начинает подаваться на фильтр В, а фильтр А начинает обратную промывку. Оборудование показано на рисунке 6-6.



Рисунок 6-5 Отстойник и сетчатый фильтр



Рисунок 6-6 Система фильтрации с марганцевым песком

### (4) Эффективность

Система очистки сточных вод введена в эксплуатацию в июне 2017 года, работает круглосуточно и в штатном режиме. Повторное использование очищенной воды имеет определённые экономические выгоды для завода.

## 6.1.5.2 Электрический керамический шаровой кран Runxin в системах для удаления железа и марганца.

В специальной системе водоподготовки, когда один многофункциональный регулирующий клапан не может удовлетворить потребности пользователей в различных методах очистки воды можно использовать контур управления, состоящий из нескольких электрических керамических шаровых кранов и их контроллеров.

Процесс управления несколькими клапанами состоит из контроллера управляющим электрическими керамическими шаровыми кранами в разных точках в одной и той же системе для выполнения различных технологических действий в разных последовательностях открытия и закрытия в разное время, тем самым управляя потоками воды в системе удаление железа.

Технологические действия, такие как окисление, фильтрация, регенерация, обратная промывка и прямая промывка, необходимые для удаления марганца, образуют динамическую цепочку процессов удаления железа и марганца, чтобы достичь цели снижения содержания железа и марганца и очистки воды. Ниже приведен случай использования этой системы для удаления железа из питательной воды котла центрального отопления в городе.

### (1) Предыстория

Система подземных вод бассейна реки Ляохэ на севере Китая богата железом и марганцем, а качество подземных вод не идеальное, однако из-за недостатка поверхностных вод подземные воды по-прежнему используются для водоснабжения в этом районе. В качестве питательной воды для отопительных котлов с целью предотвращения образования накипи и коррозии необходимо удалять из питательной воды железо и марганец. Крупнейшая тепловая компания в области отвечает за услуги 60% местной площади отопления. Один из проектов отопления нуждается в использовании двух водогрейных котлов по 100 т/ч для обогрева территории, где он расположен. В качестве исходной воды используются подземные воды. Среднее содержание ионов железа в воде составляет 29,5 мг/л, а содержание ионов марганца составляют 3,5 мг / л. Для осаждения отложений железа и оксида марганца и во избежание загрязнения ионообменной смолы ионами железа во время умягчения сначала необходимо провести обработку для удаления железа и марганца, а затем необходимо умягчить воду.

### (2) Обзор проекта

Согласно GB/T 1576 «Качество воды для промышленных котлов», содержание железа в воде водогрейных котлов не должно превышать 0,3 мг/л. Содержание железа в исходной воде достигало 29,5 мг/л, что значительно превышало норматив. Чтобы обработка для удаления железа соответствовала стандартным требованиям, обработка для удаления железа и марганца должна проводиться после аэрации.

В этом проекте используется фильтрующий материал JM-3 для одновременного удаления железа и марганца. Во время работы сначала нужно увеличить pH поступающей воды до 8,5, а затем провести аэрацию с помощью аэрационного устройства (безмасляного воздушного компрессора) для окисления двухвалентного железа и марганца в трехвалентное железо и четырехвалентный марганец, после чего вода проходит через фильтрующий материал JM-3 чтобы соответствовать требованиям питательной воды для котлов. Когда количество воды, образующейся при удалении железа и марганца, достигает установленного значения, фильтрующий материал необходимо регенерировать раствором NaOH с концентрацией 2,5%. Во время регенерации закачивается регенерат в 0,8-кратном объеме от фильтрующего материала и 2,5% раствор NaOH в емкость с JM-3 через насос регенерации. После циркуляции в течение трех часов насос выключается, и регенерат находится в емкости в течении 3х часов, после чего запускает промывка водой до тех пор, пока значение pH воды не станет меньше 8,5, после чего можно снова продолжать удалять осадки железа и оксида марганца, тем самым реализуя повторное использование фильтрующего материала.

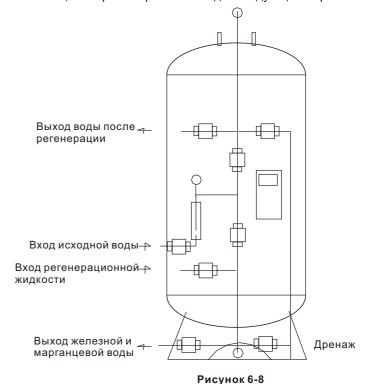
Из-за высокого содержания железа в подземных водах система предназначена для фильтрации при более низкой скорости потока, а рабочая скорость потока обычно поддерживается на уровне 8 м/ч; система оснащена стекловолоконными колонами диаметром 1,8 м и высотой 2,85 м, а внутри находится фильтрующий материал JM-3. Система автоматического управления состоит из нескольких шаровых кранов Runxin DN50 и специальных контроллеров. Установка оборудования системы водоподготовки показана на рис. 6-7, а технологический процесс системы выглядит следующим образом:

Грунтовые воды  $\to$  насос с преобразователем частоты  $\to$  устройство регулировки рН  $\to$  устройство аэрации (безмасляный воздушный компрессор)  $\to$  оборудование для удаления железа и марганца (с устройством регенерации)  $\to$  емкость для чистой воды  $\to$  насос с преобразователем частоты  $\to$  пользователь



Рисунок 6-7 Система для удаления железа и марганца

Схема обвязки с помощью шаровых кранов выглядит следующим образом:



### (3) Эффективность

После аэрации грунтовых вод коллоидные оксиды, образующиеся при окислении железа и марганца, удаляются путем адсорбции фильтрующего материала JM-3 и химической реакции. После тестирования содержание железа в сточных водах после фильтрации составляет менее 0,1 мг / л, а содержание марганца - менее 0,05 мг / л. Качество воды в емкости для хранения воды отвечает поставленным требованиям. Поскольку фильтрующий материал может быть регенерирован с помощью NaOH для восстановления эффекта удаления железа и марганца, в отличие от марганцевого песка и других фильтрующих материалов, которые необходимо регулярно заменять, эксплуатационные расходы низки, а фильтрующий материал JM-3 имеет долгий срок службы более 10 лет. Система была введена в эксплуатацию в 2011 году и до сих пор нормально функционирует.

# 6.2 Применение клапана Runxin в системе деаэрации с нормальной температурой

### 6.2.1 Влияние растворенного в воде кислорода на котел

Коррозия металла котла в основном делится на кислородную коррозию, кислотную или щелочную коррозию и коррозию под накипью. Кислотной или щелочной коррозии можно избежать, контролируя рН и щелочность поступаемой воды; коррозию под накипью можно избежать, контролируя жесткость воды, предотвращая образование накипи в котле или очищая и удаляя накипь. В настоящее время наиболее распространенной коррозией котлов является кислородная коррозия. После коррозии поверхности металла кислородом толщина стенки металла будет уменьшена, что значительно уменьшит несущую способность котла, легко приведет к повреждению котла и повлияет на безопасность эксплуатация котла. Меры по предотвращению кислородной коррозии, в дополнение к остановке печи на техническое обслуживание, деаэрации воды во время работы является эффективным методом предотвращения кислородной коррозии котла. В стандарте GB/T 1576 «Качество воды для промышленных котлов» см. положения о содержании растворенного кислорода в котловой воде Таблица 6-2.

Таблица 6-2 Стандарт растворенного кислорода в питательной воде котла при различных давлениях (единица измерения мг/л)

Давление			Пар		Бой.	пер
(MPa)	p≤1.0	1.0 < p≤1.6   1.6 < p≤2.5   2.5 < p≤3.8			Подпит. вода	Котел. вода
Раствор. Кислород (mg/L)	≤0.10	≤0.050		≤0.10	≤0.50	

### 6.2.2 Распространенные методы деоксигенации питательной воды котлов

### (1) Метод термической деоксигенации

Основной принцип заключается в использовании закона Генри, растворимость газа в жидкой фазе пропорциональна его равновесному парциальному давлению в газовой фазе на границе пар-жидкость. В открытой емкости вода нагревается до температуры кипения, давление водяного пара на поверхность воды равно внешнему давлению, а парциальное давление остальных газов равно нулю. В это время весь газ, растворенный в воде, выйдет, тем самым удалив растворенный в воде кислород. Термическая деоксигенация обычно подходит для паровых котлов, но не для водогрейных котлов из-за недостаточной температуры деоксигенации. Часто используется химическая деоксигенация или деоксигенация губчатого железа при нормальной температуре.

### (2) Вакуумная деоксигенация

Принцип вакуумной деоксигенации аналогичен принципу термической дезоксигенации, методика для удаления растворенных в воде кислорода и углекислого газа заключается в том, что растворимость газа в кипящем состоянии воды близка к нулю. Так как точка кипения воды связана с давлением, то при комнатной температуре можно использовать вакуумирование, чтобы привести ее в кипящее состояние, то есть при постоянной температуре воды, чем ниже давление (то есть чем выше степень вакуума), тем выше остаточное содержание кислорода и углекислого газа в воде.

### (3) Метод химической деоксигенации

Метод удаления кислорода путем добавления химических веществ в воду и взаимодействия с растворенным кислородом. Из-за добавления химикатов увеличивается содержание солей в воде, реакция деоксигенации протекает медленно, а эффект ограничен. Обычно используется как вспомогательная деоксигенация.

Обычно используемые реагенты для химической деоксигенации котлов в основном включают: гидразин (для котлов электростанций) и сульфит натрия (только для промышленных котлов).

### (4) Метод деоксигенации губчатого железа при комнатной температуре

Деоксигенация при нормальной температуре — это метод химического удаления кислорода, в котором используется профессионально изготовленное активное губчатое железо (железо прямого восстановления) для удаления растворенного кислорода в воде. Основным компонентом губчатого железа является железо, а его рыхлая и пористая внутренняя структура обеспечивает удельную поверхность, которая в 50 000–100 000 раз больше, чем у обычных железных опилок. Кислородсодержащая вода проходит через фильтрующий материал из губчатого железа, из-за его огромной площади поверхности растворенный в воде кислород может окисляться железом, так что содержание кислорода в сточных водах составляет менее 0,05 мг/л, потому что кислород расходуется. Формула его химической реакции:

$$2Fe+2H_2O+O_2\rightarrow 2Fe(OH)_2\downarrow$$
  
 $4Fe(OH)_2+2H_2O+O_2\rightarrow 4Fe(OH)_3\downarrow$ 

Продукты реакции  $Fe(OH)_2$  и  $Fe(OH)_3$ , образующиеся в результате реакции, представляют собой мягкие флокулы, нерастворимые в воде, которые при накоплении в определенной степени могут быть вымыты из фильтрующего материала обратной промывкой. Потребление губчатого железа очень низкое, и его обычно пополняют раз в 3–6 месяцев в зависимости от количества очищаемой воды и качества воды.

## 6.2.3 Вариант применения клапана Runxin в системе деаэрации с нормальной температурой

Метод термической деаэрации, метод вакуумной деаэрации и метод деаэрации химическим реагентом подразумевают прямое воздействие на воду нагревание, вакуумирование или добавление деоксигентов без необходимости управления регулирующим клапаном.

### (1) Предыстория

Большинство северных тепловых пунктов используют подземные воды в качестве питательной воды для котлов. Как правило, содержание кислорода в подземных водах невысокое, но высокая жесткость. Его необходимо удалить или уменьшить путем умягчения. В процессе умягчения кислород легко растворяется в воде, поэтому для предотвращения кислородной коррозии котлов также требуется деаэрационная обработка. Тепловая станция в провинции Хэбэй в качестве исходной воды использует подземную воду из глубоких скважин. После умягчения содержание растворенного кислорода в воде составляет около 8,5 мг/л. Необходимо, чтобы содержание растворенного кислорода в воде, поступающей в котел, быть менее 0,1 мг/л.

### (2) Обзор проекта

Губчатое железо используется для удаление кислорода при комнатной температуре, оборудованы две стальные емкости диаметром 1,6 м и высотой 2,6 м, и емкости заполнены специальным губчатым железом. Расчетная средняя скорость потока составляет 12 м / ч (обычно 8 м/ч ~ 15 м/ч), обратная промывка выполняется в соответствии с установленными рабочими днями, а шаровой кран, показанный на рис. 3-6, одновременно настроен на увеличение потока обратной промывки после блокировки, что предотвращает возможную ситуацию что оба фильтра начнут промываться одновременно. После удаления кислорода вода поступает в герметичную емкость для подпиточной воды котла.

Процесс очистки воды, используемый в этой системе, следующий: резервуар исходной воды  $\to$  насос исходной воды  $\to$  система очистки и умягчения  $\to$  фильтр деаэратора из губчатого железа  $\to$  герметичная емкость деаэратора  $\to$  вода для подачи в котел. Устройство деаэрационного фильтра из губчатого железа показано на рис. 6-9.



Рисунок 6-9 Устройство деаэрационного фильтра

### (3) Эффективность

После деаэрации умягченной воды губчатым железом содержание кислорода в ней ниже 0,05 мг / л, губчатое железо пополняется каждые шесть месяцев, эффект деаэрации хороший, а эксплуатационные расходы низкие.

При использовании, в зависимости от размера системы, электрический шаровой кран Runxin и специальный контроллер могут использоваться для системы деаэрации губчатого железа с автоматическим управлением, что так же позволяет проводить обратную промывку у левой и правой емкости в разное время. Схема установки показана на Рисунке 6-10.

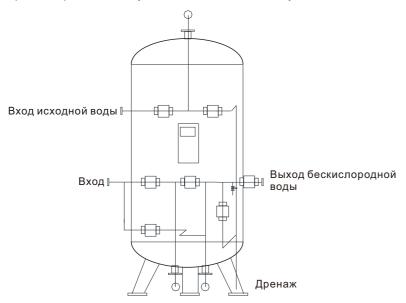


Рисунок 6-10 Схема установки деаэрационного фильтра из губчатого железа, управляемого шаровым кранами

### 6.3 Применение клапана Runxin в системах дефторирования

### 6.3.1 Опасности воды с повышенным содержанием фтора.

Фтор обладает высокой химической активностью и в природе существует в виде соединений флюорита CaF2, фторфосфата кальция Ca10F2(PO4)6 и криолита Na3AlF6. Минералы фтора могут растворяться в подземных водах. Обычно в подземных вода содержание фтора находится в пределах до  $0.4 \, \mathrm{mr/n} \sim 0.5 \, \mathrm{mr/n}$ , но в отдельных регионах содержание фтора может достигать до  $10 \, \mathrm{mr/n}$  и выше.

Фтор выполняет важные физиологические функции в организме человека и является важным компонентом зубов и костей. В нормальных условиях содержание фтора в зубах составляет от 200 до 600 частей или 11 мг/100 г, а содержание фтора в зубах людей, страдающих кариесом, составляет всего 6 мг/100 г. Однако чрезмерное поступление фтора может вызвать флюороз. Основными проявлениями хронического флюороза являются флюороз зубов (пожелтение зубов) и флюороз скелета. Как показано на рис. 6-11, у людей с флюорозом поверхность зубов потускневшая и шероховатая, в некоторых случаях зубы могут иметь желтую, коричневую и черную пигментацию.

У больных флюорозом скелета в начальной стадии могут отмечаться боли и слабость в конечностях, позвоночнике и суставах, а в тяжелых случаях - функциональные нарушения конечностей, деформация костей и суставов всего тела и даже параличи.





Флюороз зубов

Флюороз конечностей

Рисунок 6-11 Флюороз зубов и конечностей.

### 6.3.2 Общие методы удаления фтора

- (1) Метод адсорбции агента для удаления фтора: это наиболее часто используемый метод удаления фтора. Фторсодержащая вода фильтруется через агент для удаления фтора с определенной скоростью фильтрации, и поток из фильтрующей емкости может соответствовать требованиям содержание фтора в питьевой воде. Обычно используемые агенты для удаления фтора: трикальцийфосфат, костяной уголь, активированный оксид алюминия, модифицированная смола и т. д. Первые два имеют низкую механическую прочность и требуют регенерации сильной щелочью и сильной кислотой, что неудобно в использовании. Активированный оксид алюминия имеет хорошую механическую прочность, для регенерации не требуется сильная основная щелочь или кислота, но легко увеличить содержание алюминия в получаемых водах. Для очистки питьевой воды не рекомендуется использовать алюминий содержащий агент для удаления фтора, потому что, когда алюминий содержащий агент для удаления фторида, хотя содержание фтора может достигать необходимых требований, содержание алюминия в отфильтрованной воде легко может начать превышать допустимые нормы. Вред от алюминия для человека может быть более серьезным чем от фтора.
- (2) Метод опреснения: Обычно используемые методы опреснения электроосмосом, обратным

осмосом и ионным обменом могут удалять фтор одновременно с опреснением. Однако эти процессы очистки деминерализованной воды более сложны, чем простое использование реагентов для удаления фтора, и инвестиции в оборудование также намного выше.

(3) Фильтрация с помощью фильтрующего материала для дефторирования типа JM-1: Фильтрующий материал для дефторирования типа JM-1 представляет собой разновидность пористого материала, размер пор обычно составляет 0,5 ~ 1,6 нм, и он имеет очень большую удельную площадь поверхности. Фильтрующий материал JM-1 не содержит активного алюминия, его формула реакции дефторирования выглядит следующим образом:

F-(Фторосодержащая вода)+R(фильтрующий материал)→FR+H<sub>2</sub>O

Когда исходная вода, содержащая фтор, проходит через слой фильрующего материала с определенной скоростью потока, ионы фтора, содержащиеся в исходной воде, плавно перехватываются обменным слоем материала фильтра для дефторирования, так что получаемые воды становятся с низким содержанием фтора; в фильтрующем материале накапливается фторсодержащий материал FR. Если содержание фтора в сточных водах составляет ≥1,0 мг/л, это означает, что материал для дефторирования выработал свой ресурс и необходимо произвести регенерацию. Слой подвергают противоточной регенерации для восстановления способности удаления фтора.

Для исходной воды с содержанием фтора ≤ 20 мг/л, как правило, можно использовать одноступенчатую (одну емкость) очистку от фтора; если содержание ионов фтора в исходной воде превышает 20 мг/л, двухступенчатую (2 емкости) или многоуровневая (несколько емкостей). Фильтрующий материал дефторирования типа JM-1 может быть повторно использован путем регенерации, а срок его службы может достигать десяти лет.

(4) Другие методы удаления фтора: самым дешевым методом является использование флокуляции и осаждения серной кислоты или извести для удаления фтора, но эффективность низкая, а процесс очистки оказывает негативное воздействие на окружающую среду, поэтому в настоящее время он используется редко. В регионах, где электричество дешевое, можно рассмотреть возможность использования дистилляции, то есть использования фторсодержащей воды для получения дистиллированной воды.

# 6.3.3 Пример практического применения клапана Runxin в системе дефторирования

### (1) Предыстория

Село Таонань, провинция Цзилинь, расположено в отдаленном районе на северо-западе провинции Цзилинь, с населением более 10 000 человек. Местные ресурсы поверхностных вод скудны, а содержание фтора в подземных водах превышает 4 мг/л, что серьезно превышает стандарты по содержанию фтора в питьевой воде (содержание фтора не должно превышать 1,0 мг/л), установленное в GB 5749-2006 «Санитарные нормы для питьевой воды". Система очистки воды рассчитана на основе 80-100 л бытовой воды на душу населения в день, то есть требуется 82-100 т воды в день, а в соответствии с ежедневным водоснабжением в течение 2,5 часов требуемый расход воды для очистки составляет 32,8 т/ч- 40т/ч.

### (2) Обзор проекта

В данном проекте для удаления фтора используется фильтрующий материал для удаления фтора JM-1. Система оснащена стекловолоконной колоной диаметром 1,8 м и высотой 2,85 м. Емкость заполнен фильтрующим материалом JM-1. высотой 2 м. Несколько ручных шаровых кранов Runxin DN50 используются для формирования системы дефторирования состава А. Производительность каждой установки по очистке воды составляет 10 м3/ч, а четыре установки работают параллельно для достижения потребности в водоснабжении 40 м3/ч. Так как подземные воды содержат ил и песок, перед обесфториванием необходимо удалить ил и песок, затем довести значение pH исходной воды до 6,5, а затем пропустить через фильтрующий материал JM-1 для обесфторивания. Вода с низким содержанием фтора, в которой удалена большая

часть или весь фтор, поступает в резервуар для чистой воды и подается к пользователю с помощью насосов и труб. Когда содержание фтора в сточных водах превышает 1,0 мг/л, это означает, что фильтрующий материал насыщен и нуждается в регенерации специальным регенерантом. Установка оборудования показана на рисунке 6. -12 Технологическая схема работы системы: Фторированные грунтовые воды—насос с частотным преобразователем—фильтр грубой очистки—устройство регулировки рН—оборудование для дефторирования—емкость для воды—насос— пользователь

### (3) Эффективность

Содержание фтора в воде после системы составляет менее 0,25 мг/л, что ниже содержания фтора в питьевой воде, предусмотренного стандартом гигиены питьевой воды GB5749-2006.



Рисунок 6-12 Система дефторирования

# 6.3.4 Принцип выбора регулирующего клапана Runxin для применения в процессе дефторирования

- (1) Ручной керамический шаровой кран Runxin должен быть установлен сбоку иметь функции фильтрации с направлением потока с верху в низ, и регенерацией с низу в верх.
- (2) Электрический керамический шаровой кран Runxin можно комбинировать с многоклапанным контроллером
- (3) Боковой многоходовой клапан Runxin оснащен автоматическим регулирующим клапаном где рабочий поток идет с верху в низ а обратная промывка происходит с низу в верху.

На рис. 6-13 показано практическое применение клапана Runxin в системе для дефторирования:



Система с использованием шаровых кранов



Система с использованием автоматических клапанов

Рисунок 6-13 Схема применения шаровых кранов Runxin и автоматических клапанов в системе очистки воды для дефторирования

# 6.4 Применение клапана Runxin в других специальных системах водоподготовки

### 6.4.1 Применение клапана Runxin в системе очистки от нитратов и нитритов

### 6.4.1.1 Влияние нитратов и нитритов на здоровье

Нитраты и нитриты широко распространены в воде, почве и растениях в естественной среде. Большое количество нитратов может вызвать метгемоглобинемию в организме человека. Клинические проявления - цианоз губ и ногтей, пурпура и другие симптомы гипоксии на коже. В тяжелых случаях может привести к летальному исходу. Нитрит является признанным канцерогеном и обладает очень большим воздействием на здоровье человека.

GB 5749-2006 «Санитарные нормы для питьевой воды» предусматривает, что содержание нитратов (в пересчете на N азота) в питьевой воде не должно превышать 10 мг/л. до 20 мг/л, содержание нитритов не должно превышать 1 мг/л.

### 6.4.1.2 Методика удаления

В настоящее время метод удаления нитратов и нитритов в основном использует анионообменную смолу триметиламиновой группы [-N(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>OH] для ионообменного удаления. Когда смола выходит из строя, регенерация происходит с помощью технической соли (NaCl) которая может восстановить способность смолы удалять нитраты и нитриты.

Однако следует отметить, что скорость обменного потока разных смол различна. При использовании анионообменной смолы для удаления нитратов и нитритов следует использовать меньшую скорость потока. Поэтому при выборе оборудования следует обращать внимание на расход воды при медленном потоке.

Процесс очистки воды для удаления нитратов и нитритов выглядит следующим образом: грунтовые воды  $\to$  насос с преобразователем частоты  $\to$  предфильтр  $\to$  ионообменник для удаления нитратов  $\to$  фильтр тонкой очистки  $\to$  емкость для хранения воды  $\to$  насос подачи воды  $\to$  пользователь

Формула реакции ионного обмена нитратов, нитритов и смолы выглядит следующим образом:

$$NO_3^+ + NO_2^+ + 2RN(CH_3)_3C1 = RN(CH_3)_3NO_3^+ + RN(CH_3)_3NO_2^+ + 2C1^-$$

### 6.4.1.3 Практическое применение

### (1) Предыстория

Самостоятельно добытая подземная колодезная вода использовалась для хозяйственнопитьевых нужд в общине Андзю в районе Юйхун, Шэньян. После ее использования в течение определенного периода времени было обнаружено, что у жителей появились симптомы гипоксии на губах, цианоз ногтей и пурпура на коже. Пробы воды были отправлены в СDС. После тестирования было обнаружено, что содержание нитратов (в пересчете на азот) в воде составляет 27,5 мг/л, что в 2,75 раза выше национального стандарта.

### (2) Обзор проекта

В сообществе проживает в общей сложности 7000 жителей, а среднесуточное потребление воды составляет около 560 м3. Поскольку сообщество также использует воду для предприятий общественного питания, общее суточное потребление воды составляет около 600 м3. Основываясь на средней работе водоочистного оборудования за 15 часов в сутки проектная производительность системы 40м3/час. Процесс ионообменна и регенерации при удалении нитратов аналогичны процессу умягчения с использованием промышленной соли, но с несколько меньшим расходом. Этот проект оснащен стекловолоконной колоной диаметром 1,0 м и высотой 2,4 м. Емкость заполнен 1600 л сильноосновной анионообменной смолы типа I. Используется регулирующий клапан Runxin 63620 и шаровой клапан, который установлен на выходе воды из регулирующего клапана для регулировки направления воды. Для расчетного расхода воды установлены два комплекта систем одна находится в режиме работы, а вторая в

режиме ожидания. Оборудование показано на рисунке 6- 14. Система полностью выполняет поставленные задачи - содержание нитратов в сточных водах соответствует нормативным требованиям.



Рисунок 6-14 Ионообменное устройство для удаления нитратов

### 6.4.2 Применение клапанов Runxin в системе удаления мышьяка

### 6.4.2.1 Воздействие мышьяка на организм человека

Мышьяк и его соединения очень токсичны. Среди них триоксид мышьяка, также известный как мышьяк, может быть ядовит при пероральном приеме от 5 до 50 мг и может быть смертельным при приеме от 60 до 100 мг. Длительное потребление воды или пищи, содержащих мышьяк, также приводит к накоплению мышьяка в организме человека и последующим негативным влиянием на здоровье.

После попадания мышьяка в организм человека, помимо выделения с мочой, желудочно-кишечным трактом, слюной и грудным молоком, он в основном накапливается в остеопорозе, печени, почках, селезенке, мышцах, волосах, ногтях и других частях тела. Мышьяк легко действует на нервную систему, стимулирует органы кроветворения, проникает в организм человека в небольшом количестве в течение длительного времени, оказывает стимулирующее действие на выработку эритроцитов. Длительное воздействие мышьяка может легко повредить клетки человека и капилляров, что может привести к злокачественным опухолям. Поэтому национальный стандарт Китая предусматривает, что максимально допустимое содержание мышьяка в пищевых продуктах составляет не более 0,7 мг/кг, а в свежем молоке — не более 0,2 мг/кг. В GB 5749 «Санитарные нормы для питьевой воды» установлено, что предел содержания мышьяка в питьевой воде составляет 0,01 мг/л, а в малом централизованном водоснабжении и децентрализованном водоснабжении — 0,05 мг/л.

### 6.4.2.2 Методы удаления мышьяка

Методы удаления мышьяка в основном включают обратный осмос, метод адсорбции фильтрующего материала ЈМ-2 и т. д. Инвестиционные затраты на оборудование обратного осмоса относительно высоки. Как правило, там, где источник воды содержит мышьяк, водных ресурсов относительно мало, а удаление мышьяка обратным осмосом приведет к большим потерям

воды, из-за того, что более 70% воды будет уходить в дренаж. Фильтрующий материал JM-2 представляет собой специальный фильтрующий материал для удаления мышьяка, который может удалять мышьяк посредством адсорбции и ионного обмена.

### 6.4.2.3 Случаи практического применения

### (1) Предыстория

Дом престарелых в городе Синьминь, Шэньян, расположен в отдаленном месте и не может быть снабжен городской водопроводной водой, поблизости нет поверхностных вод, поэтому для хозяйственно-бытовых нужд можно использовать только грунтовые воды. После тестирования содержание мышьяка в подземных водах составляет 0,12 мг/л, что превышает предел в 0,01 мг/л, установленный в национальном стандарте GB/T 5749-2006 «Стандарт санитарии питьевой воды», поэтому необходимо удаление мышьяка. Поскольку грунтовые воды мутные, перед удалением мышьяка требуется мультизагрузочная фильтрация для удаления примесей.

### (2) Обзор проекта

В доме престарелых проживает 260 человек, а ежедневное потребление воды составляет около 15,6 м3. Согласно среднесуточной работе оборудования в течение 8 часов, оно оснащено емкостью для очистки воды объемом 8 м 3 в качестве буфера для срочного потребления воды. Поэтому было разработано оборудование для очистки воды от мышьяка производительностью  $2 \text{ m}^3/\text{ч}$ .

При использовании фильтрующего материала JM-2 для удаления мышьяка следует установить более низкую скорость потока, обычно это 4 м/ч. Кроме того, значение pH поступающей воды необходимо довести до отметки 8,5–9,0. Система оснащена стекловолоконным корпусом диаметром 1,0 м и высотой 2,4 м. внутри она заполнена фильтрующим материалом JM-2 для удаления мышьяка. Выбраны шаровой кран и контроллер Runxin DN25, шаровой кран установлен на выходе воды регулирующего клапана для контроля расхода воды. На начальном этапе эксплуатации содержание мышьяка в стоках определяют путем отбора проб каждые 2 часа, при приближении к производственному циклу содержание мышьяка в стоках определяют один раз в час, если содержание мышьяка в стоках превышает установленный стандарт, это означает, что фильтрующий материал насыщен и требуется регенерация. Оборудование показано на рисунке 6-15.

С момента установки и ввода в эксплуатацию система работает исправно, содержание мышьяка

в сточных водах соответствует нормативным требованиям. Технологическая схема системы водоподготовки выглядит следующим образом:

Подземные воды, содержащие мышьяк →

насос с преобразователем частоты → фильтр

для удаления ила  $\rightarrow$  устройство регулировки рН  $\rightarrow$  оборудование для удаления мышьяка  $\rightarrow$  емкость для чистой воды  $\rightarrow$  точка подачи воды Для специальных систем очистки воды, таких как удаление фтора, мышьяка, тяжелых металлов и нитратов, электрические керамические шаровые краны с различными диаметрами и специальные контроллеры шаровых кранов также могут быть выбраны в соответствии с размером трубы исходящей воды. Схема установки специального оборудования водоподготовки, управляемого

шаровым краном, представлена на Рисунке 6-16:



6-15 Система удаления мышьяка с ручным шаровым краном

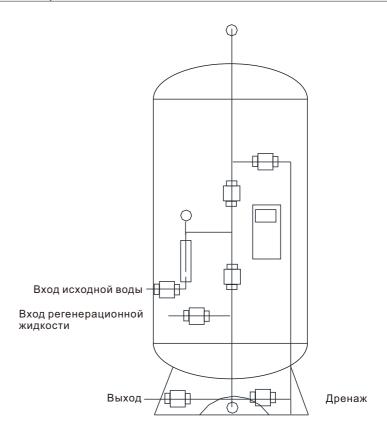


Рисунок 6-16 Схема установки специального оборудования для очистки воды от фтора, мышьяка и тяжелых металлов

### 6.4.3 Применение клапана Runxin в системе удаления бора

### (1) Предыстория

Птицефабрики, как правило, располагаются в отдаленных районах вдали от городов, где нет доступа к водопроводной воде, а для водоснабжения используются близлежащие поверхностные или подземные воды. Для обеспечения соответствия продуктов птицеводства стандартам и предотвращения превышения нормы вредных веществ в мясе и яйцах обычно необходимо обеззараживать питьевую воду для птиц.

Птицеводческая компания в Венгрии использует подземные воды в качестве источника воды. Подземные воды имеют высокое содержание бора, который обычно присутствует в воде в виде борной кислоты  $H_3BO_3$  и бората  $H_3BO^2$ . Кроме того, в подземных водах также могут содержаться некоторые бактерии. Для того чтобы бактерии не вызывали инфекционных заболеваний птицы, необходимо предварительно провести стерилизацию и дезинфекцию, а также удалить остаточный газ в подземных водах. С этой целью для удаления бора используются стерилизация хлором и обратный осмос. Компания занимается разведением большого количества птицы и ежедневная потребность в воде составляет около 10 м $^3$ /ч.

### (2) Обзор проекта

В этом проекте глубинный насос используется для извлечения грунтовых вод, генератор газообразного хлора используется для периодической подачи газообразного хлора в трубопровод для стерилизации, а также установлены три стекловолоконные колоны диаметром 0,9 м и высотой 2,4 м., внутри находится активированный уголь. Три комплекта систем фильтрации с активированным углем формируются для удаления примесей и остаточного хлора,

во избежание загрязнения RO мембраны, перед устройством обратного осмоса устанавливается устройство для умягчения используется стекловолоконная колоны диаметром 0,6 м и высотой 1,8 м с клапаном Runxin 63610. Умягчитель воды на основе ионообменной смолы натрия состоит из трех систем умягчения для снижения жесткости поступающей воды, затем обратный осмос удаляет другие примеси в воде, а очищенные воды поступают в емкость для хранения воды объемом 10 м3, в емкости для хранения воды устанавливается переключатель уровня жидкости для контроля уровня воды и, наконец, вода из накопительной емкости через насос попадается птицам. В системе обратного осмоса присутствует СІР для предотвращения загрязнения сточных вод микроорганизмами и бактериями. Установка оборудования показана на рис. 6-17, а процесс очистки воды выглядит следующим образом:

Грунтовые воды  $\to$  глубинный насос  $\to$  дезинфекция (с генератором хлора)  $\to$  фильтр с активированным углем  $\to$  умягчитель воды  $\to$  регулировка pH  $\to$  система обратного осмоса (с системой CIP)  $\to$  емкость для воды  $\to$  бустерный насос  $\to$  точка подачи воды.



Рисунок 6-17 Схема установки оборудования системы для удаления бора

### 7 Применение клапанов Runxin в системе очистки воды

В условиях бурного развития промышленного и сельскохозяйственного производства, урбанизации и непрерывного роста городского населения все более серьезным становится противоречие между потребностью в хозяйственно-питьевой воде и дефицитом качественных водных ресурсов. Большие объёмы воды помимо того, что имеет чрезвычайно высокую жесткость (повышенное содержание кальция и магния), но также содержит различные органические вещества, ионы тяжелых металлов, остатки моющих средств или пестицидов и другие загрязняющие вещества, которые вредны для человеческого организма, что делает очистку водопроводной воды все более и более сложной. Кроме того, по мере того, как высотные здания города становятся все выше, появилась проблема загрязнения, вызванная вторичным водоснабжением; старая водопроводная сеть в городе также может вызвать проблему загрязнения водоснабжения для жителей. На севере, чем глубже извлекаются подземные воды, тем выше содержание в воде различных примесей, а также имеет место повышенная жесткость, что повышает требования населения к хозяйственно-питьевой воде. Поэтому усовершенствованная очистка городской водопроводной воды или централизованного водоснабжения привлекает все большее внимание.

Бытовая система очистки воды марки Runlai, независимо разработанная и произведенная компанией Runxin, комплексно очищает воду от различных примесей. Серия продуктов, разработанных для обеспечения высококачественной воды для бытовых нужд, в основном включает в себя: автоматические передфильтры с защитой от протечек, бытовые фильтры для очистки воды, умягчители воды, обратноосмотические системы, фильтры для воды из горных источников и другие продукты.

# 7.1 Применение фильтрующих клапанов Runxin в системе фильтрации для очистки воды

### 7.1.1 Предфильтр

Из-за старения или не своевременного технического обслуживания трубопроводов в процессе транспортировки водопроводной воды от станции водоснабжения к каждому домашнему хозяйству могут образовываться примеси, такие как грязь, песок и ржавчина. Некоторые развитые страны также выдвигают повышенные требования к системе водоснабжения, например, постановление правительства Германии от 1988 г. (DIN1988) предусматривает, что во всех строящихся зданиях в системе водоснабжения должны быть установлены защитные фильтры от примесей.

Таким образом, предфильтр является первым оборудованием грубой очистки воды для всего дома. Он обычно устанавливается после счетчика воды в бытовом водопроводе. Это первая защита для очистки воды в доме. Он в основном используется для фильтрации гранулированных или хлопьевидных примесей, таких как осадок и ржавчина. Основная функция заключается в предотвращении нанесения вреда организму человека большим количеством выпадающих в осадок примесей, образующихся в городской и жилой водопроводной сети, а также предфильтр обеспечивает безопасную работу для трубопроводов, кранов, сантехники, бойлеров, стиральных машин и других бытовых приборов.

Большинство распространенных на рынке бытовых предфильтров используют фильтрующие элементы сетчатого типа из нержавеющей стали, которые можно регулярно промывать вручную для удаления примесей, удерживаемых сеткой фильтра. При использовании прямой промывки трудно очищать примеси, отлагающиеся на сетке фильтра, поэтому рекомендуется либо обратная либо ручная промывка.

В промышленной очистке воды есть фильтр, в котором в качестве фильтрующих элементов используются диски. Диски выполнены из высококачественного инженерного пластика округлой

формы с множеством равномерно распределенных канавок укладываются друг на друга, образуя фильтрующий барьер. При очистке диски разжимаются что позволяет их легко и эффективно очистить а при использовании наоборот сжимаются.

Бытовые системы фильтрации требуют универсальных фильтров, простых в эксплуатации и обслуживании, а также простых в установке. Чтобы сделать фильтр удобным для автоматической промывки и не требующим технического обслуживания, в дисковом фильтре Runlai используется торцевое уплотнение, объединяющее керамический сердечник клапана с дисковым фильтрующим элементом (как показано на рис. 7-1). вращение сердечника клапана контролируется для осуществления фильтрации и обратной промывки путем переключения потока воды. Во время обратной промывки под действием давления воды дисковые элементы автоматически разжимаются, вращаются и очищаются, что позволяет очистить диски от загрязнителей; кроме того, чтобы пользователь мог пользоваться водой во время обратной промывки клапан имеет байпас.



Рисунок 7-1 Дисковый фильтр

### 7.1.2 Водоочистители

### 7.1.2.1 Воздействие бытовой воды на здоровье человека

Влияние попадания в организм человека вредных веществ, содержащихся в питьевой воде, на здоровье человека хорошо известны, но вред химических веществ, содержащихся в хозяйственно-питьевой воде, попадающих в организм человека через контакт с кожей при принятии душа или ванны часто игнорируется. Исследования показали, что в воде, которая выглядит чистой и прозрачной, есть некоторые токсичные и вредные химические вещества (такие как толуол, этилбензол, стирол и т. д.), которые легко впитываются кожей человека. Например, когда вода для ванн содержит трихлорэтилен, из-за его летучести в горячей воде люди с гораздо большей вероятностью вдыхают это химическое вещество во время купания. В Таблице 7-1 сравниваются скорости всасывания некоторых химических веществ при всасывании через кожу и при пероральном вдыхании у взрослых и детей. Эти скорости всасывания можно считать аналогичными всасыванию других распространенных химических веществ в питьевой воде.

Табпина 7-1	Средние показатели поглошения некоторы	ІХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕШЕСТВ
I acompini	Opedine novasarchin normodenni nekoropo	IX ANIMINI TOOKNA DOMOOTD

	Время	Погл ощение	Пероральное	Потребление
	воздействия	кожей	поглощение	воды
Принятие ванны (взрослый человек)	15min	63%	27%	2L
Принятие ванны (ребенок)	15min	40%	60%	1L
При плавании (ребенок)	1h	88%	12%	1L
Общее среднее значение		64%	33%	

Данные в таблице показывают, что скорость поглощения некоторых химических веществ кожей поразительна, поэтому люди должны быть особенно осторожны при плавании и купании! Фактически летучие химические вещества в горячей воде в 6-80 раз чаще попадают в организм человека через дыхание, нежели чем через при потреблении воды.

Поэтому недостаточно обращать внимание только на качество питьевой воды, чтобы полностью обезопасить здоровье всей семьи, необходимо установить водоочистное оборудование, которое очищает всю бытовую воду в семье.

### 7.1.2.2 Классификация водоочистителей

На рынке широко распространены два типа центральных водоочистителей: центральный водоочиститель с ультрафильтрационной мембранной и центральный водоочиститель, использующий активированный уголь в качестве фильтрующего материала.

Центральный очиститель воды с ультрафильтрационной мембранной в основном использует ультрафильтрационную мембрану в качестве фильтрующего элемента для удаления примесей и бактерий размером более 0,1 мкм в воде, но данные фильтры не могут удалять остаточный хлор и запахи в воде. Фильтр использует принудительную промывку, а задержанные примеси выводятся через сливное отверстие, в то время как примеси, попавшие в поры мембраны не могут быть вымыты.

Водоочистители, использующие активированный уголь в качестве фильтрующего материала, обеспечивает очистку за счет адсорбции. Водоочиститель с активированным углем может быть оснащен регулирующим клапаном с функцией обратной промывки. Фильтрующий материал требуется регулярно промывать, чтобы предотвратить забитее пор активированного угля и продлить срок службы фильтрующего материала.

### 7.1.2.3 Водоочистители с активированным углем

Основными проблемами городской водопроводной воды являются остаточный хлор, органические вещества, ТГМ и свинец. Среди них остаточный хлор — это дезинфицирующее средство, добавляемое для предотвращения образования бактерий в воде во время транспортировки через водные магистрали, и его можно удалить только тогда, когда его использует конечный пользователь. На рис. 7-2 показаны различные типы фильтров с активированным углем, которые могут значительно и эффективно снизить содержание основных загрязняющих веществ.



Рисунок 7-2 Различные типы водоочистителей с активированным углем

Водоочистители с активированным углем поглощают остаточный хлор, тяжелые металлы, вирусы, органические вещества, пестициды, водоросли и другие вредные вещества в воде с помощью активированного угля, кварцевого песка и других фильтрующих материалов, помимо

этого водоочистители отфильтровывают примеси, такие как ржавчина и взвешенные твердые частицы.

После того, как активированный уголь адсорбирует примеси, такие как органика, его необходимо промывать и взрыхлять чтобы сохранить работоспособность. Эксперты указывают: «Что бы активированный уголь эффективно справлялся с задачами по удалению микроорганизмов требуется регулярная обратная промывка. Преимущества водоочистителя Runlai это кратное снижение мутности воды и удаление остаточного, во-вторых это наличие автоматической обратной промывки.»

Водоочистители с активированным углем Runlai в основном выполняет следующие функции:

- а) дезодорация: удаление запаха, вызванного фенолом, органическими веществами и т. д.;
- б) обесцвечивание: удаление цветности, образованной загрязняющими веществами, такими как железо, марганец и продуктами разложения растений или органическими веществами;
- с) Дехлорирование: удаление остаточного хлора и запаха, вызванных добавлением дезинфицирующего средства в водопроводную воду;
- d) Удаление ТОС (общего органического углерода), которые составляют от 10% до 60% органических веществ пестициды, инсектициды, хлорированные углеводороды и т.д.;
- е) Удаление тяжелых металлов: может удалять ионы тяжелых металлов, таких как ртуть, хром и свинец:
- f) удаление синтетических моющих средств, синтетических красителей и т. д.;
- д) Удаление вирусов, радиоактивных веществ, мутагенных веществ и т.п.

# 7.2 Применение клапана умягчения Runxin в системе умягчения воды для бытовых нужд

### 7.2.1 Преимущества умягченной воды

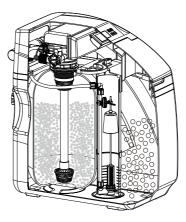
Природная вода часто содержит большое количество ионов кальция и магния (так называемая жесткая вода). Когда люди умываются, купаются и стирают, ионы кальция и магния вступают в реакцию с мылом, шампунями, средствами для мытья тела, стиральными порошками (порошками) и другими с образованием нерастворимых частиц или хлопьев, которые блокируют поры человеческого тела или делают одежду более жесткой; когда для кипячения воды или приготовления пищи используется жесткая вода, это не только влияет на вкус, но и легко вызывает образование накипи в чайнике, пароварке и т. д. Теплопотребляющие приборы, такие как водонагреватели и подвесные камины, более склонны к образованию накипи, влияя на теплопередачу и увеличивая потребление электроэнергии или газа. Поэтому бытовую воду необходимо умягчать. Основными преимуществами использования деминерализованной воды являются:

- а) Лучше очищает и смягчает кожу и волосы. Купание в деминерализованной воде способно полностью удалить грязь с кожи, кожи головы и клеток волос, замедлить старение кожи, снять стянутость кожи, придать деликатный блеск и гладкость волосам. Поэтому салоны красоты обычно используют деминерализованную воду.
- б) Использование деминерализованной воды может предотвратить образование накипи в настенных котлах, водонагревателях, пароварках и чайниках, предотвратить возгорание трубы отопления из-за образования накипи, значительно сократить количество операций по техническому обслуживанию оборудования и продлить срок службы водонагревателя. Также следует заметить что при образовании накипи в водных магистралях и нагревательных котлах могут увеличить расход газа или электричества на 29-32%.
- с) Использование деминерализованной воды позволяет при стирке сделать белье более мягким и чистым, а также значительно сократить количество используемого стирального порошка; посуда которая моется в деминерализованной воде всегда выглядит более чистой и при мойке

потребляется меньшее количество моющих средств; унитазы, раковины , ванны при использовании умягченной воды не имеют желтого оттенка, а форсунки в душевых лейках не засоряются.

### 7.2.2 Состав и классификация бытовых умягчителей воды

Бытовой умягчитель воды состоит из емкости для смолы (заполненного смолой), регулирующего клапана, клапана для соли и резервуара для соли. В зависимости от формы бытовые умягчители воды в основном делятся на встроенные умягчители воды и раздельные умягчители воды (как показано на рисунках 7-3 и 7-4). Встроенный смягчитель воды означает, что емкость, наполненная смолой, и бак для солевого рассола помещены в один корпус, который занимает небольшую площадь. Умягчитель воды раздельного типа означает, что емкость для смолы и резервуар для соли разделены на две части. Как правило, умягчитель воды с большой производительностью относятся ко второму типу.



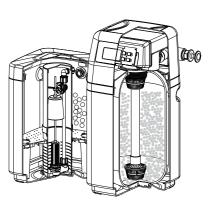


Рис. 7-3 Встроенный умягчитель воды Рисунок

7-4 Умягчитель раздельного типа

### 7.2.3 Специальные функции бытового умягчителя воды

Специальная функция бытового умягчителя воды Runlai в основном отражается в регулирующем клапане, который имеет различные функции в зависимости от различных регулирующих клапанов. Обычно используются следующие функции:

### (1) Режим сухой соли:

Емкость для смолы умягчителя находится в одном корпусе с солевым баком. Во время работы умягчителя воды в солевом баке обычно находится большое количество соленой воды, поэтому емкость для смолы погружается в соленую воду на длительное время, что может вызвать определенные негативные воздействия на саму емкость и солевой раствор, а точнее к загрязнению солевого рассола и смолы при поглощении солевого раствора при регенерации.

Режим сухой соли означает, что вода не поступает в солевой бак во время работы умягчителя, чтобы избежать погружения емкости для смолы в соленую воду. Вода поступает в солевой бак за 4 часа до регенерации и растворяет соль в течении этого времени после чего начинается режим регенерации и весь солевой раствор поглощается в емкость со смолой, поэтому этот режим называется режимом сухой соли.

### (2) Сигнализация нехватки соли:

Когда умягчитель воды достигает установленного объема производства воды, он должен регенерировать смолу, поэтому необходимо регулярно добавлять соль. Однако из-за отсутствия специального управления умягчителями цикл добавления соли часто бывает длительным, а некоторые циклы добавления соли могут длиться более 1 месяца. Пользователи могут забыть добавить соль, в результате чего смола будет работать не эффективно.

Чтобы солевой бак всегда был наполнен солью компания Runxin разработала регулирующий клапан с функцией сигнализации нехватки соли, которая может подавать сигнал, когда в солевом баке не хватает соли. В настоящее время существует несколько способов сигнализировать о нехватке соли:

- а) Метод определения удельного веса: регулярно определяется удельный вес солевого раствора в солевом баке, когда он ниже установленного значения, подается сигнал, чтобы напомнить пользователю о том что нужно добавить соль. Этот метод применим только к умягчителям без функции режима сухой соли;
- б) метод преломления или отражения: солевой бак оснащен светящейся трубкой, отражение или преломление твердой соли и воды различаются, на этом основании подается сигнал пользователю что в солевом баке нехватка соли.

### (3) Дезинфекция хлором

В смоле при длительной эксплуатации могут размножаться бактерии, что легко приведет к изменению качества воды. В некоторых европейских странах требуется регулярная дезинфекция емкостей со смолой. Дезинфекция хлором заключается в установке устройства электролиза на порте забора соли, чтобы умягчитель воды выполнял электролиз во время процесса абсорбции соли, то есть электролиз NaCl в соленой воде, а образовавшийся Cl2 растворялся в воде с образованием хлорноватистой кислоты, тем самым стерилизуя емкость со смолой.

### (4) Режим выходного дня

Когда умягчитель воды не используется в течение длительного времени, смола размножается бактериями и агломератом, что может привести к разрушению смолы при дальнейшем использовании. Режим выходного дня заключается в том, чтобы заполнить определенное количество смолы солевым раствором перед длительным путешествием или отпуском.

### (5) Солевой раствор из умягченной воды

В обычном солевом баке используется исходная вода, но при высокой жесткости такой воды содержание кальция и магния в солевом рассоле будет увеличиваться, что повлияет на эффективность регенерации. Чтобы решить эту проблему, некоторые регулирующие клапаны используют умягченную воду для заполнения солевого бака, то есть используют умягченную воду для растворения соли, что не только повышает эффективность регенерации, но и помогает избежать таких проблем как обесцвечивание солевого бака.

### (6) Байпас в умягчителях

Согласно GB/T 18300 «Технические условия для автоматически управляемого натриевого ионообменника» указано, что жесткая вода не должна исходить из ионообменника во время регенерации, используемого для водоподготовки промышленного оборудования, такого как бойлеры. Это в основном делается для предотвращения увеличения жесткости питательной воды, что приводит к образованию накипи на поверхности нагревающих элементов теплового оборудования, такого как бойлеры, что в свою очередь приводит к снижению теплового КПД и потенциальным угрозам безопасности. Как правило, регенерация умягчителя воды занимает от 1 до 2 часов. Промышленный умягчитель воды обычно оснащен резервуаром для умягченной воды, поэтому во время процесса регенерации в резервуаре достаточно воды для подачи в котел. Бытовой умягчитель воды обычно не оснащен резервуаром для умягченной воды. Если на выходе умягчителя воды в процессе регенерации нет воды, водяное оборудование будет отключено. Хотя некоторые умягчители воды настроены на регенерацию в ночное время, в это время все равно есть вероятность использования воды. Следовательно, в такой ситуации бытовой умягчитель воды оснащаются байпасом, чтобы во время процесса регенерации умягчителя воды пользователи могли пользоваться исходной водой.

### (7) Подмес жесткой воды

Жесткость хозяйственно-питьевой воды не должна быть минимально низкой, например, слишком низкая жесткость питьевой воды вредна для человеческого организма. Поэтому в некоторых

европейских странах, таких как Италия и Бельгия, требуется, чтобы жесткость воды в устройстве для умягчения воды поддерживалась на уровне 50–90 мг/л (в расчете на  $CaCO_3$ ). После регенерации бытового умягчителя жесткость обычно ниже 30 мг / л. Чтобы удовлетворить требования, к получаемой воде после умягчителя можно добавить некоторое количество неумягченной (жесткой воды), а жесткость воды после смешивания будет в диапозоне 50-90 мг / л.

### (8) Функция Wi-Fi

Умягчители воды могут подключиться по Wifi к Интернету и управляться с помощью мобильных телефонов. Пока умягчитель имеет беспроводной сигнал, независимо от того, где вы находитесь, вы можете проверить рабочее состояние устройства и установить параметры умягчителя через свой мобильный телефон. Использование этой функции также может улучшить послепродажное обслуживание.

### 7.3 Применение клапана Жуньсинь для защиты от протечек воды

Слишком много скрытых опасностей утечки воды существует в системе бытового водоснабжения, таких как старение трубопроводов, трещины от мороза, высокое давление воды и забывание закрыть кран, который может привести к утечке воды. В случае утечки воды повреждаются не только полы, стены и мебель, но если затронуты жители нижних этажей или лифтовые шахты, потери будут еще более неисчислимыми.

### 7.3.1 Система умягчения предварительной фильтрации

Что касается управляющего клапана Жуньсинь для независимого предварительного фильтра, центрального водоочистителя и центрального водоумягчителя, можно установить закрытое положение на клапане и поместить индукционный датчик на землю. При утечке воды, индукционный датчик обнаруживает утечку воды и отправит сигнал, после получения контрольным клапаном, оно будет управлять электродвигателем, чтобы он повернулся в закрытое положение, и реализовать закрытие утечки воды и предотвратить большие потери.

Есть две проблемы с этим методом использования фильтрующего клапана и клапана умягчения в качестве защиты от утечки воды: во-первых, система должна иметь постоянное питание, чтобы осуществлять закрытие. Для закрытия контрольного клапана требуется большой ток. Когда обнаруживается утечка воды после сбоя питания, контрольный клапан не может быть закрыт, и он не может выполнять роль автоматического закрытия клапана при утечке воды. При необходимости обеспечения автоматического закрытия контрольного клапана во время утечки воды, требуется большая аккумуляторная батарея, а стоимость слишком высокая; во-вторых, проводная передача, используемая индуктивным датчиком. Когда требуется индукция на большие расстояния, проводка является сложной и неприглядной.

# 7.3.2 Самозакрывающийся керамический беспроводный клапан с твердым уплотнением

Чтобы решить проблему утечки воды после сбоя питания, на рынке был представлен независимый самозакрывающийся клапан утечки, который имеет только две функции открытия и закрытия, имеет небольшой управляющий ток и небольшую аккумуляторную батарею, что обеспечивает высокую работоспособность. Для снижения водостойкости шаровой клапан обычно используется в качестве основного клапана самозакрывающегося клапана утечки, а шаровой кран с шаровым сердечником из нержавеющей стали и седлом клапана из политетрафторэтилена (пластика) обычно используется для формирования уплотнительная пара. Такой вид имеет большой крутящий момент, пластик не устойчив к загрязнениям и легко протекает. Самое главное, что если такой шаровой клапан не двигается в течение длительного времени (более полугода), он склонен к заклиниванию и умиранию, и его нельзя открыть или закрыть.

Жуньсинь выпустила протекающий самозакрывающийся клапан с использованием технологии твердого керамического уплотнения, в которой используются керамические шарики и керамические

седла клапана для образования твердого уплотнения, в качестве главного клапана, монтируется на задней части водомер входа в дом и на главном водоприемном трубопроводе. Используя радиочастотную технологию, настройть беспроводной сенсорный зонд, при обнаружении утечки воды, он отправит сигнал на главный клапан, и главный клапан будет закрыт. Благодаря использованию технологии твердого уплотнения главный клапан имеет небольшой приводной крутящий момент и может приводиться в действие с небольшим количеством электроэнергии. Когда емкость резервной батареи малая, он также может приводиться в действие, поэтому он может автоматически закрываться после сбоя питания. Используя беспроводное управление, очень удобно устанавливать менее пяти индукционных датчиков в местах, где есть риск протечки воды, и можно реализовать многоточечное обнаружение.

### Пример применения 1:

У пользователя в общине Синфучэн, город Шицзячжуан, провинция Хэбэй, был установлен комплект очистки воды для всего дома Жуньлай (ручной передний центральный водоумягчитель Q01AS+R150HO). Главная задвижка водопровода входа в дом находится в туалете, и туалет не проводит сухое и влажное отделение, чтобы избегания ущерба от перелива воды от туалета, установите главный клапан Жуньлай беспроводной самозакрывающийся клапан утечки на магистральном трубопроводе туалета и поместите индукционный датчик (беспроводной датчик погружения в воду) у двери туалета. С момента установки и использования в начале марта, оборудование работает стабильно и исправно, удовлетворяет потребности клиентов. Как показано на рисунке 7-5A.

### Пример применения 2:

Для пользователя в общине Цзяюань, городе Дабэй, городе Ханьдань, провинции Хэбэй, в комнате для оборудования установлены центральный водоочиститель J120S + центральный водоумягчитель R150S Жуньлай. В целях защиты от утечки оборудования после отключения тока, рассмотрена возможность установки проводного защитника утечки воды и размещения индукционного датчика в заднем углу оборудования, но разомкнутый провод запутывается, что вызывает неудобство дельнейшему техническому обслуживанию.. Наконец, датчик утечки воды, установленный с беспроводным самозакрывающимся клапаном утечки, может быть размещен свободно, что позволяет избежать неудобства последующему обслуживанию и соответствует требованиям клиента. Как показано на рисунке 7-5В

### Пример применения 3:

Есть много ситуаций, когда магистральные водопроводные трубы находятся на кухне. . Чтобы запах из кухни не распространялся, кухня, как правило, не оборудована напольными сливами. Если вода протекает, в полу нет стока для слива воды с пола, и она будет течь в другие места, такие как в гостиную. Кухня - это место, где мы используем больше всего воды. На кухне находится много оборудования для водоснабжения, такого как водопроводные трубы, раковины, кран и обогреваемые кухонные сокровища. На кухне не так много лишнего места, поэтому особенно важно установить небольшой клапан защиты от утечек.

У пользователя из садового микрорайона Сяннань, город Хуайбэй, провинция Аньхой, был установлен беспроводной самозакрывающийся клапан утечки Жуньлай под шкафом, чтобы предотвратить утечку воды в шкафу, и помещен индукционный зонд на пол кухонного шкафа. Если происходит утечку воды, главный клапан может быть закрыт, что удобно для установки и обслуживания, клиент очень доволен. Как показано на рисунке 7-5С.



А установлен в туалете



В установлен в помещении оборудования



С Устанавлен под шкафом

Рис. 7-5 Установка самозакрывающегося клапана утечки

### 7.4 Вариации применения системы водоснабжения для всего дома от Runlai

### 7.4.1 Применение бытового умягчителя воды

Умягчители воды широко используются для подготовки воды для бытовых настенных котлов, водонагревателей, стиральных машин, напольного отопления, водогрейных котлов, HVAC (центральное кондиционирование воздуха), теплообменных станций центрального отопления и другого оборудования.

### (1) Водогрейные котлы

В армейском тренировочном лагере в Кашгаре, Синьцзян, местная жесткость неочищенной воды составляет 415 мг/л (в пересчете на CaCO3), что бы солдаты могли принять ванну зимой вода подогревается с помощью водогрейного котла для которого исходная вода является слишком жесткой и требует умягчения.

Так как людей немного и имеется большой резервуар для хранения воды, для подачи воды в котел отопления используется бытовой умягчитель воды. Жесткость воды после умягчителя соответствует нормативным требованиям, что эффективно решает проблему предотвращения накипи внутри котла и снижает энергопотребление. Схема установки показана на рис. 7-5.

### (2) Настенные водонагреватели.

Для семей, сделавших ремонт и не планирующих установку умягчение воды на начальном этапе, можно установить настенный умягчитель воды, чтобы решить проблему защиты водонагревательного оборудования и получения мягкой воды. Установка показана на рис. 7-6.



Рисунок 7-5 Умягчитель воды для водогрейного котла

Рисунок 7-6 Настенный умягчитель

### 7.4.2 Типовой случай системы очистки воды для всего дома.

# Предварительная фильтрация + фильтр с активированным углем + умягчение и обратный осмос (RO)

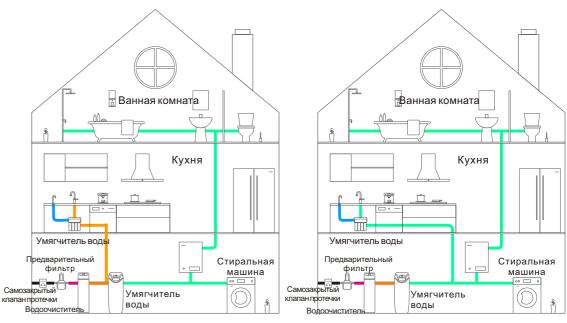
Исходная вода для бытовых нужд поступает из поверхностных вод, таких как речная и озерная вода. Качество поверхностных вод сильно различается в разных регионах. По сравнению с подземными водами жесткость поверхностных вод обычно не очень высока, но из-за влияния водных организмов, водорослей и аквакультуры содержание органических веществ относительно велико, в тоже время качество воды напрямую зависит от сезона дождей или наоборот засухи; Некоторые поверхностные воды загрязнены из-за того, что в воде часто присутствуют ионы тяжелых металлов, химические вещества, вирусы и бактерии.

Хотя городская водопроводная вода проходит обработку для удаления большей части примесей, неизбежно добавление определенного количества фунгицидов; в некоторых прибрежных городах, когда приходит весенний прилив, морская вода попадет в используемые в хозяйстве воды и значительно ухудшает ее качество.

В данном случае бытовая система очистки воды применяется в жилом доме в южном городе Китая. Годовой диапазон изменения качества местной водопроводной воды следующий: жесткость 125мг/л $\sim$ 175мг/л (в пересчете на  $CaCO_3$ ), щелочность 1,5ммоль /л $\sim$ 2,2 ммоль/л, электропроводимость 180 мкс/см $\sim$ 300 мкс/см. Пользователь хочет сконфигурировать систему очистки воды для всего дома с ежедневным общим объемом очистки воды около 20 м $^3$ /месяц (около 700 л в день). В зависимости от качества местной водопроводной воды и различных видов использования воды, конфигурация системы водоподготовки выглядит следующим образом:

Предварительный фильтр используется для удаления из водопроводных труб крупных частиц примесей и хлопьев, таких как грязь, песок и ржавчина, затем идет фильтр с активированным углем, управляемый клапаном Runxin 53502. диаметр емкости составляет 250 мм, а высота -890 мм, количество активированного угля составляет 12кг, а производительность составляет около 1500 л/ч. Вода после фильтра разделена на два канала, один из которых напрямую связан с кухней для варки риса, супа и т. д., а второй канал оборудован встроенным автоматическим умягчителем воды модели R150, который подает воду для водонагревателя, купания, стирки и теплого пола, производительность умячителя 1500 л/ч, кроме того, на кухне установлен бытовой обратный осмос для питьевой воды, производительность составляет 2 л / мин. Схема системы очистки воды для всего дома показана на рис. 7-7а. Благодаря высокой степени автоматизации системы водоподготовки (за исключением того, что в умягчитель воды необходимо регулярно добавлять соль вручную), после монтажа и наладки эксплуатации, поэтому получаемая вода полностью отвечает требованиям пользователя.

Если жесткость сырой воды высокая (в расчете на CaCO<sub>3</sub>, более 300 мг/л), кухонная вода также должна быть умягчена. (как показано на рис. 7-7b).



А. Система очистки воды для всего дома с низкой жесткостью исходной воды

Б. Система очистки воды для всего дома с высокой жесткостью воды

Рисунок 7-7 Схема системы очистки воды всего дома

### 8 Техническое обслуживание многофункционального регулирующего клапана Runxin

### 8.1 Установка нового клапана

### 8.1.1 Условия использования

Условия эксплуатации клапана Runxin и соответствующего умягчителя воды должны соответствовать требованиям Таблицы 8-1.

Таблица 8-1 Рабочие условия клапана Runxin

П-----T--6-----

Параметры		Требования			
Условия	Рабочее давление	0.2MPa ∼ 0.6MPa			
работы	Темп. Входящей воды	5℃~50℃			
Условия окруж.	Темп. окруж. среды	5℃~50℃			
00000	Влажность	≤95% (при температуре 25°С)			
среды	Питание	AC100∼240V/50 Hz или 60Hz			
	Мутность	Прямая промывка < 5FTU; Обратная промывка < 2FTU; Смеш. загрузка < 2FTU; фильтрация < 20FTU			
	Жесткоть	Первичный натрий < 6.5mmol/L; Вторичный натрий < 10mmol/L			
Исходная	Свободных хлор	< 0.1mg/L			
вода	Содержание железа	< 0.3mg/L			
	Потребление кислорода (CODMn)	< 2mg/L (O <sub>2</sub> )			

Примечание. В таблице первичный натрий относится к работе одного натриевого ионообменника, а вторичный натрий относится к использованию двух последовательно работающих натриевых ионообменников.

### 8.1.2 Требования к установке

Этапы установки выполняются в соответствии с указанными требованиями, а встроенные функции подключаются по мере необходимости. Место установки и требования к окружающей среде оборудования, следующие:

- а) Должна быть выбрано место удаленное от пользователя, что бы он не слышал звуки работающей системы очистки воды.;
- б) Оставить определенное пространство для облегчения эксплуатации и обслуживания
- в) Оборудование должно быть размещено в помещении. При размещении водоочистного оборудования на открытом воздухе рабочие части клапана, а также приборы и устройства для отбора проб и т. д. должны быть защищены от дождя, мороза и солнца.
- d) Емкость для хранения кислотно-щелочной среды может быть установлена на открытом воздухе, а емкость для хранения щелочи должна располагаться в помещении, емкость для хранения кислотно-щелочной смеси должна располагаться рядом с емкостью для нейтрализации сточных вод.
- е) Чем короче расстояние между фильтром или умягчителем воды и дренажом, тем лучше;
- f) Солевой бак должен находится около умягчителя.

- g) Не помещайте оборудование в среду с кислотой и щелочью, сильным магнитным полем, сильной вибрацией и т. д., для избежания поломок электронной системы управления;
- h) Не устанавливайте оборудование, сливы, переливные фитинги и т. д. при температуре окружающей среды ниже 5°C или выше 50°C;
- і) Система должна быть смонтирована профессионалами для избежания проблем в эксплуатации.

### 8.1.3 Меры предосторожности при установке

### 8.1.3.1Требования к трубопроводу

- а) Базовая резьба регулирующего клапана соответствует двум стандартам: 2,5-8NPSM и 4-8UN (стандарты США). Резьба емкости куда устанавливается клапан должна соответствовать вышеуказанным стандартам.
- b) При монтаже не нужно прилагать излишних усилий, использование грубой силы может привести к поломки продукции.
- с) При установке трубопровода убедитесь, что трубопровод прямой, а соединения арматуры не подвергаются нагрузкам.
- d) При монтаже регулирующего клапана с боковой установкой обратите внимание на направление входы и выхода они указаны на самом клапане.
- е) Слив не должен быть выше регулирующего клапана.
- f) Когда давление исходной воды низкое, это может повлиять на эффективность промывки и регенерации, в некоторых случаях на входе нужно установить бустерный насос.

### 8.1.3.2 Примечания по установке клапана для умягчителя

- а) При установке автоматического клапана умягчения, если у пользователя есть строгие требования к контролю жесткости воды, на выходе воды может быть установлен электромагнитный клапан, чтобы закрыть выход воды во время регенерации, для предотвращения попадания жесткой воды в систему водоснабжения.
- Б) При установке систем регулирующих клапанов умягчения 63504, 63502, 73504, 73502, 63510, если выпускной трубопровод воды или накопительная емкость находится выше регулирующего клапана, в солевой бак необходимо установить регулятор уровня жидкости или обратный клапан. Делается это для того чтобы во время обратной промывки вода не попадала в солевой
- с) Солевой бак должен располагаться как можно ближе к емкости для смолы, а длина его соединения не должна превышать 2 м, чтобы избежать ненормального поглощения соли из-за слишком длинной всасывающей трубы для соли.

### 8.1.3.3 Меры предосторожности при установке поршневых регулирующих клапанов моделей 63540 и 63550

а) Требования к мутности исходной воды < 20FTU

Чрезмерная мутность воды может привести к тому, что поршень будет работать неравномерно и поцарапается. Если мутность поступающей воды превышает норму, на входе необходимо установить предфильтр.

### б) Требования к дренажам

Слив должен быть ниже регулирующего клапана. Для клапанов умягчения серий 63540, 63550 слив не должен быть дальше 5 м от регулирующего клапана, для фильтрующих клапанов серий 53530, 53550 слив не должен быть дальше 3 м от регулирующий клапан.

с) Требования к трубопроводу забора солевого раствора.

Длина трубопровода от регулирующего клапана до солевого бака не должны превышать 4.

г) Требования к установке расходомеров

При установке расходомера для клапанов серии 63540 и 63550 расходомер должен быть установлен на определенном расстояние от клапана.

### 8.2 Распространенные неисправности

### 8.2.1 Периодическое снижение производительности воды

### (1) Неправильно подобранный эжектор

Пользователь сообщил, что во время использования собранного им умягчителя периодический объем производства воды постепенно уменьшался.

Пользователь приобрел регулирующий клапан для умягчения стандартной конфигурации от компании Runxin для использования в бытовом умягчителе воды. Данный клапан откалиброван компанией Runxin, для использования в установке для умягчения воды с производительностью 2 м3/ч, емкость для смолы должна иметь диаметр 250 мм и высоту 1350 мм, а стандартная конфигурация комплекта эжектора состоит из 5 форсунок и ограничительной шайбы. Для бытовых умягчителей воды диаметр емкости для смолы обычно составляет 250 мм или 200 мм, а высота - 890 мм или 430 мм. Пользователь предположил, диаметр его емкости для смолы меньше, чем указано в спецификации к клапану соответственно было принято решение уменьшить время забора солевого раствора. Как следствие это привело к тому что что время контакта смолы и солевого реагента сократилось и регенерация смолы стала не эффективна.

Поэтому при выборе регулирующего клапана умягчения необходимо учитывать не только диаметр емкости для смолы, но также высоту и объем смолы внутри емкости. Для умягчителей воды с емкостями большого диаметра, но меньшей высоты можно выбрать эжектор меньшего размера, чтобы увеличить время контакта между солевым раствором и смолой и повысить эффективность регенерации смолы.

### (2) Отравление смолой и загрязнение смолы органическими веществами

Завод по переработке шерсти в Уси, провинция Цзянсу, использует речную воду в качестве исходной воды, которая после флокуляции и отстаивания поступает в умягчитель воды, а умягченная вода используется для мытья шерсти. После использования в течение определенного периода времени умягченная вода перестала отвечать установленным требованиям по жесткости воды а спустя еще некоторое время производительность умягчителя снизилась в несколько раз.

После проверки выяснилось что мутность воды на входе умягчителя воды превышает норму. Основная причина в том, что содержание органических веществ в речной воде высокое, и из-за уменьшения количества осадков уровень воды в речной воде постепенно снижается, а мутность

увеличивается. После открытия емкости было обнаружено что поверхность смолы была покрыта большим количеством флокулированных органических веществ (как показано на рис. 8-3), что привело к потери функциональности самой смолы и снижению срока ее службы.

Решение в подобных ситуациях следующее: нужно очистить или заменить смолу, и в то же время провести работы по улучшению предочистки поступающей воды в умягчитель, чтобы мутность воды отвечала поставленным требованиям. Если мутность воды после предфильтра в межсезонье по-прежнему не соответствует требованиям, возможно стоит использовать водопроводную воду.



Рисунок 8-3 Загрязненная Смола

### (3) Загрязнение расходомера

Пользователь умягчителя воды сообщил, что комплект системы умягчения с использованием регулирующего клапана 63618, емкость для смолы имеет диаметр 0,9 м и высоту 2,1 м и заполнен смолой на 900 л; исходная вода представляет собой грунтовую воду со средней жесткостью 9,6 ммоль/л, а давление на входе 0,3 МПа. По показаниям клапана во время использования периодическое производство воды постоянно уменьшался, но фактический расход

воды оставался нормальным.

После проверки и анализа был установлено, что расход воды на выходе, отображаемый регулирующим клапаном, ниже, чем фактический расход воды на выходе из умягчителя воды, расход воды на входе соответствует требованиям. Было выдвинуто предположение, что причиной этому может быть проблема с расходомером. После разборки расходомера обнаружено, что турбина заклинила и изношена из-за высокой мутности поступающей воды, в результате чего работала не корректно (турбина показана на рисунке 8-4). Как следствие, когда должна была начинаться регенерация клапан продолжал работать, по той причине, что данные от расходомера поступали не верные. После замены расходомера производительность воды стала отображается нормально.



Рисунок 8-4 Загрязненный расходомер

Примечание: Мутность воды на входе установки умягчения воды должна быть менее 5FTU. Если значение превышает этот показатель, следует установить предфильтр.

### 8.2.2 Жесткость воды на выходе из умягчителя превышает допустимы нормы.

### (1) Повреждение центральной трубы

Некоторые пользователи сообщали, что когда умягчитель был введен в эксплуатацию сразу после регенерации, жесткость воды превышала норму. Когда умягчитель воды был разобран для технического обслуживания, было обнаружено, что твердые частицы и сварочный шлак поцарапали центральную трубу, что в свою очередь привело к утечке, а часть исходной воды попала в выпускное отверстие клапана, что и было причиной жесткой воды на выходе. После дальнейшего осмотра было обнаружено, что, поскольку трубы обвязки умягчителя были приварена к железным трубам, сварочный шлак в трубопроводе не был очищен во время монтажа, поэтому вода на входе умягчителя содержала твердый сварочный шлак и мелкие частицы примесей. Во время работы твердые частицы попадали в верхний водораспределитель, замедляли подачу солевого раствора в смолу, т.е. препятствовали регенерации.

### (2) Повреждение уплотнительного кольца центральной трубки

Пользователь из Чанша, провинция Хунань, сообщил, что он полностью не удовлетворен работой регулирующего клапан 63610. После осмотра было обнаружено, что уплотнительное кольцо центральной трубки было повреждено, но после замены нового уплотнительного кольца центральной трубки проблема оставалась. После повторного тщательного осмотра было обнаружено, что из-за того, что патрубок центральной трубы не был обрезан, острые углы патрубка разрезали уплотнительное кольцо центральной трубы во время установки, в результате чего патрубок не герметизировался, и исходная вода поступала прямо в трубу, поэтому жесткость воды постоянно превышала норму. После снятия фаски с центральной трубы и повторной замены уплотнительного кольца проблема была решена.

### (3) Слишком малый солевой бак

Как показано на Рисунке 8-5, два комплекта умягчителей воды, оснащенных регулирующим клапаном 63640, установлены в Цзилине, диаметр емкости составляет 1000 мм, высота 2400 мм, внутри смола 1250 л, два комплекта систем взаимосвязаны и подключены параллельно для подачи воды в котельное оборудование. При регенерации две параллельные системы делят солевой бак объемом 300 литров. Пользователь сообщил, что жесткость воды после умягчителя превышает допустимую норму.

Технические специалисты осмотрели оборудование и обнаружили, что солевой бак слишком мал. Было рассчитано что при регенерации потребляется 120г соли на 1 литр, 150 кг соли требуется для регенерации 1250 л смолы, которая растворяется в 420 л воды. Объем солевого бака обычно рассчитывается при условии заполнения его полностью, но по факту в нем присутствует соль которая занимает определенный объём и заполняется солевой бак до переливного уголка который находится чуть ниже крышки бака.Полезный объём солевого бака составляет примерно 2/3 от заявленного, следовательно солевой бак в 350 литров имеет полезный объём в 200 литров, что является явно не достаточным для регенерации вышеописанной системы. Как правило, умягчитель воды с объемом смолы 1250 л должен быть оснащен солевым баком объемом более 800 л. Два комплекта умягчителей воды, работающих параллельно, могут совместно использовать солевой бак, если они могут регенерироваться в разное время, но если их необходимо регенерировать одновременно, каждый из них должен быть оснащен отдельным солевым баком.



Рис. 8-5 Установка умягчителя

# 8.2.3 Не происходит забор солевого раствора

(1) Трубопровод для забора солевого раствора слишком длинный

Как показано на рис. 8-6, трубопровод забора солевого раствора регулирующего клапана 63618 (находится в центре) слишком длинный (более 3 м), поэтому регулирующий клапан не может забрать солевой раствор, в то время как клапан 63618 установленный справа (бак для соли справа) поглощает солевой раствор нормально.



Рис. 8-6 Трубопровод забора соли слишком длинный

### (2) Трубопровод забора соли засорен

Как показано на рисунке 8-7, оборудование для умягчения воды, установленной в нефтяной компании в Яньани, пользователь жалуется на медленный забор соли во время регенерации и половина солевого раствора не поглощается по истечении установленного времени забора соли (70 минут). Разобрав трубопровод было обнаружено что из-за слишком большого количества примесей в солевом баке устройство подачи засорился нижний дистрибьютор что и повлияло на скорость подачи солевого раствора.





Рис. 8-7

### (3) Засорение вехнего дистрибьютера

У умягчителя (рис. 8-8), установленного в Шанхае с регулирующим клапаном 17610, во время регенерации возникает проблема с забором соли, после осмотра было обнаружено, что верхний дистрибьютер был засорен взвешенными примесями и разрушенной смолой. По причине того что регенирация регулирующего клапана идет по направлению сверху вниз, верхний дистрибьютер блокирует подачу воду, что приводит к возможности забора солевого раствора. Было принято временно снять верхний дистрибьютор и провести обратную промывку, что бы вымыть остатки разрушенной смолы.





Рис 8-8 Засоренный дистрибьютор

### (4) Засорение инжектора

Система фильтрации воды на базе регулирующего клапана 63510 была настроена пользователем для умягчения воды. После использования умягчителя воды в течение некоторого времени было обнаружено, что соль не поглощается во время регенерации.

На основании проверки в 11 пункте таблицы 2 раздела 8.2.1, при использовании устройства забора солевого раствора было обнаружено, что инжектор был засорен песком (рис 8-9). При дальнейшей проверке было замечено что нижний дистрибьютер в фильтрующей установке перед умягчителем воды был поврежден. Кварцевый песок попал в систему умягчения воды, засорив инжектор, что и привело к проблеме забора солевого раствора. После тщательной очистки инжектора функция забора соли была восстановлена. Рис.8-9 Засоренный инжектор



### 8.2.4 Засорен дренажный канал поршневого клапана (в основном клапан умягчения типа 63540, 63550)

### (1) Противодавление в дренажном канале

Система очистки воды, установленная на водном заводе в Гватемале (рис. 8-10), состоит из 12 фильтров с клапаном управления 53530, требуемая производительность воды составляет 250 м³/ч; получаемая вода подается на второй этаж, через некоторое время пользователь сообщил о некорректной работе клапана.

Технические специалисты проверили проверку и пришли к выводу что при обратной промывке фильтра в дренажном канале присутствует противодавление, в результате чего поршень внутри клапана двигается не равномерно и приводит к неправильной работе клапана.

Решение: отделить дренажный патрубок от распределительного коллектора магистрального трубопровода (как показано на рис. 8-16), и сбрасывать дренаж напрямую в бассейн на первом этаже. После доработки поршень начал работать равномерно и проблема работы клапана была решена.

Дренажная трубка соединенная с коллектором.



Рисунок 8-10 Противодавление в дренажном трубопроводе

### (2) Слишком длинная дренажная трубка

На рисунке 8-11 показана система очистку установленная в Тяньцзине. Три комплекта систем фильтрации состоят из 6 емкостей с установленными клапанами 53530. Емкость с кварцевым песком и активированным углем составляют комплект системы фильтрации. Три комплекта систем фильтрации соединены параллельно. Давление воды на входе составляет 0,15 МПа.

180

После завершения установки при отладке дренажное отверстие системы фильтрации всегда непрерывно сливало воду, а манометр на фильтре с активированным углем в каждой группе систем фильтрации не показывает давления. После проверки было обнаружено, что давление воды на входе в систему было ниже 0,2 МПа, а дренажная труба была слишком длинной (более 15 м), в результате чего возникало противодавление в дренажном канале распределительного клапана, что затрудняло работу поршня и как результат вода постоянно уходила в дренаж.



Решение: укоротить дренажную трубку, Рис. 8-11 Слишком длинная дренажная трубка

установить бустерный насос на входе и увеличить давление до 0,3 МПа.

Независимое подключение каждого клапана к исходной воде, чтобы увеличить давление в каждой системе фильтрации, что в результате позволило поршням внутри клапана двигаться равномерно.

### (3) Превышение показателя мутности на входе в систему

Заказчик обнаружил, что дренажное отверстие используемого регулирующего клапана умягчителя постоянно сбрасывает воду. Технический персонал разобрал регулирующий клапан для осмотра и обнаружил, что сердечник клапана полностью забит илом (как показано на Рисунке 8-12). После очистки сердечника клапан был собран и установлен на место после чего успешно введен в эксплуатацию. Для неочищенной воды с повышенной мутностью перед умягчителем воды следует установить предфильтр.





Рис. 8-12 Сердечник клапана загрязнен из-за чрезмерной мутности поступающей воды.

### (4) Клин поршня.

Регулирующий клапан 63640, установлен на заводе в Тайчжоу(показан на рис. 8-13), и во время использования пользователь сталкивается с тем что прерывается сброс дренажа. После осмотра на месте было обнаружено, что в полости регулирующего клапана была небольшая пластиковая деталь, из-за которой поршень заклинивало в результате чего поршень не мог двигаться. Рекомендация: При низком качестве поступающей воды следует установить дисковый фильтр в перед умягчителем воды, чтобы предотвратить попадание посторонних предметов в корпус клапана регулирующего клапана.





Рис. 8-13 Клин поршня.

### 8.2.5 Неисправность расходомера

### (1) Расход воды слишком мал

Система очистки воды, установленная на заводе в Шанхае, использует систему подачи воды проточного типа, состоящую из трех комплектов автоматических регулирующих клапанов 63640. Резервуар для умягченной воды, оснащен механическим поплавковым выключателем и расположен на крыше здания высотой 8 метров (как показано на рис. 8-14). После установки и непродолжительного использования пользователь сообщил что остаточный объем производства воды не уменьшается во время работы, и система умягчения воды не начинает автоматическую регенерацию.

После осмотра на месте было выявлено что из-за небольшого расхода воды и небольшого открытия механического поплавка, выход воды из системы подачи умягченной воды также невелик, что затрудняет работу турбины расходомера, поэтому остаточный расход воды, отображаемый контроллером, не уменьшается, а мгновенный расход составляет 0 м3/ч, так что накопленный объем производства воды расходомером не достиг установленного значения и автоматическая регенерация не запускается.

Решение: был установлен датчик уровня жидкости на входе воды в резервуар для умягченной воды для управления электромагнитным клапаном на выходе воды. Когда резервуар для умягченной воды находится заполнен переключатель уровня жидкости закрывает электромагнитный клапан; когда вода в резервуаре опускается ниже определенной отметки переключатель уровня жидкости управляет открывает электромагнитный и активируется система умягчения.



Рисунок 8-14

182

### (2) Крыльчатка расходомера повреждена или заклинила

Как показано на рис. 8-15, крыльчатка повреждена, и расходомер не работает из-за плохого качества воды на входе. Следует отметить, что мутность воды на входе не должна превышать 5 FTU. Если мутность сырой воды слишком высока следует установить предфильтр.



Рис8-15 Клин крыльчатки.

### 8.3 Методика устранения неисправностей регулирующего клапана

### 8.3.1 Вода на выходе не отвечает требованиям.

- (1) Описание неисправности: после установки определенного оборудования для умягчения воды вода считается квалифицированной при ее вводе в эксплуатацию, но после непродолжительного периода использования вода по-прежнему не соответствует требованиям.
- (2) Метод поиска неисправностей
- а) Сначала следует проверить закрыт байпасс или нет, есть ли соль в солевом баке, не забит ли эжектор, не заклинило ли крыльчатку, правильно ли установлено время регенерации и т. д. Если причина не определена перейдите к следующему шагу:
- б) Снимите корпус регулирующего клапана, проверьте жесткость воды в центральной трубке (при монтажа клапана сверху) и нижнем дистрибьюторе (при боковом монтаже) и по этим результатам сделайте следующие выводы:
- ① Если жесткость воды отвечает требованиям, это означает, что выход воды не соответствует требованиям из-за перенаправления воды регулирующим клапаном;
- ② Если жесткость воды в центральной трубке не сильно отличается от жесткости исходной воды, и она не соответствует требованиям, возможно, конфигурация устройства для смягчения воды является не эффективной или регенерация не восстанавливает смолу.

### 8.3.2 Устранение неполадок в поршневых клапанах

# 8.3.2.1 Вода не отвечает требованиям сразу после ввода в эксплуатацию нового оборудования

- ① Проверьте, правильно ли установлен трубопровод, не заблокирована ли дренажная труба и есть ли обратное давление. Если вышеуказанные требования соблюдены, то перейдите к следующим шагам:
- ②Откройте впускной клапан воды, вручную переключите регулирующий клапан и проверьте, течет ли вода после того, как мембранный насос (маленький насос, прикрепленный к регулирующему клапану) перестает работать в течение двух минут в каждом состоянии. Если течет вода, это говорит о том, что поршень заклинило, если воды нет, то он работает нормально.

## 8.3.2.2 Вода не отвечает требованиям через некоторое время после ввода в эксплуатацию нового оборудования

① Найдите станцию подачи воды: откройте клапан подачи воды, вручную переключите регулирующий клапан, подождите 1 минуту после остановки диафрагменного насоса на головке клапана, проверьте идет ли вода, затем вручную переключите регулирующий клапан на другие режимы, чтобы проверить, идет ли вода. Таким образом, можно определить, в каком направлении идет вода.

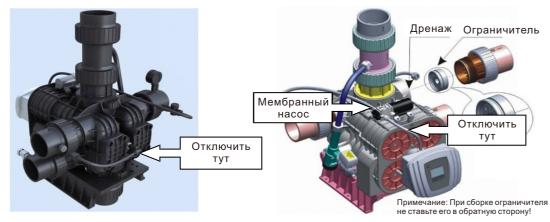


Рисунок 8-16 Раздаточная трубка

Рисунок 8-17 Проверка мембранного насоса

- ② Проверьте, не вызвана ли проблемы обратным давлением на выходе дренажа: вытащите регулирующий клапан и черную сливную трубу Ф12, соединенную с основным сливом (как показано на рис. 8-16), откройте клапан на входе воды, переключите клапан вручную, и дождитесь, пока головка клапана не встанет в нужно положение. После того, как мембранный насос перестанет работать в течение 1 минуты, проверьте течет вода или нет. Вода идет, отключите дренажную трубку в соответствии с Рисунком 8-16 и заблокируйте основную дренажную трубу, чтобы решить проблему; если вода все еще идет нужно перейти к следующими шагу
- ③ Проверьте, работает ли диафрагменный насос: отсоедините выпускное отверстие диафрагменного насоса (как показано на рисунке 8-17), откройте диафрагменный насос и заткните выпускное отверстие большим пальцем если давление маленькое ниже 0,3 Мра, следуем заменить насос. Если давление в норме нужно проверять целостность клапана и поршни внутри клапана.

# 8.3.3 Поиск и устранение неисправностей при заборе солевого раствора в поршневых клапанах.

- (1) Описание неисправности: Умягчитель воды, оснащенный поршневым клапаном, не забирает соль после определенного периода использования.
- (2) Метод поиска неисправностей:
- а) Сначала проверьте, имеет ли поршневой клапан проблемы с дренажом, и устраните неисправность;
- b) Проверьте, соответствует ли давление воды на входе требованиям: в нормальных условиях давление воды на входе для забора солевого раствора будет больше, чем давление в других положениях (за исключением системы постоянного давления), давление воды на входе поршневого клапана не должно быть ниже 0,2 МПа;
- в) Отвинтите штуцер на трубопроводе забора солевого раствора, чтобы проверить, есть ли всасывание, если всасывание есть, но соль не всасывается, значит неисправен солевой клапан, если всасывания нет, продолжайте проверку следующими методами;

- г) Закройте клапан подачи воды, отвинтите медный штуцер на трубопроводе, соединяющем регулирующий клапан и верхний водораспределитель, соедините медный штуцер со шлангом, откройте клапан входа воды и проверьте есть ли забор солевого раствора:
- ① Если есть забор солевого раствора, это может быть связано с тем, что верхний или нижний распределитель воды внутри емкости забиты, или есть другие проблемы препятствующие забору солевого раствора для этого необходимо открыть ёмкость и найти проблему.
- 2 Если солевой раствор не забирается, то это проблема регулирующего клапана.

### 8.3.4 Устранение неисправности забора солевого раствора у обычных клапанов.

- (1) Описание неисправности: Умягчитель воды не забирает солевой раствор время регенерации.
- (2) Метод поиска неисправностей:
- а) Сначала проверьте, не слишком ли низкое давление воды на входе, не слишком ли длинна или заблокирована солевая трубка, не заблокирована ли или слишком длинна дренажная трубка, не заблокирован ли дистрибьютор воды и т. д. Если все еще трудно определить конкретную причину, то следуйте следующими шагами;
- b) Отвинтите гайку фиксирующую трубку солевого раствора заблокируйте отверстие трубки рукой и проверьте ощущается ли всасывание. Если есть всасывание, то неисправность должна быть в протечке солевого клапана или в соединении солевого клапана, если нет всасывания, то проблема может находится в емкости со смолой (заблокированы верхний и нижний дистрибьютор) или в клапане (эжектор засорен или вода попадает внутрь корпуса клапана);
- с) При проблеме забора солевого раствора если позволяют условия, снимите регулирующий клапан и подсоедините трубку для подачи воды и трубку для забора солевого раствора чтобы проверить, может ли регулирующий клапан забрать солевой раствор:
- ① Если солевой раствор поглощается то неисправность может быть в емкости для смолы (верхний и нижний дистрибьютор засорены или смола сильно повреждена, загрязнена и т. д.);
- 2 Если солевой раствор не поглощается, возможно, неисправен регулирующий клапан.

### 8.3.5 Устранение неполадок при надписи на дисплее "Е1"

- (1) Описание неисправности: Модель 63618 на экране дисплея отображает «E1», и во время использования звучит сигнал.
- (2) Метод устранения неполадок:
- а) Выключите питание клапана, а затем снова включите его, через 10 секунд на полном экране отобразится модель регулирующего клапана, а затем будет отображаться -00-. В это время обратите внимание на то, двигатель вращается, и сделайте следующее заключение:
- ① Если двигатель не вращается, это означает, что двигатель поврежден или вилка двигателя и гнездо двигателя на основной плате не зафиксированы;
- ② Откройте блок управления и проверьте надежно ли подсоединены провода питания. Если где-то отходит контакт закрепите провода и подключите к питанию; если двигатель при этом не может вращаться, и отображается -00-, это указывает на то, что двигатель поврежден.
- b) Обнаружение отказа двигателя регулирующего клапана: выключите питание, а затем включите питание. Когда отображается -00-, используйте мультиметр для обнаружения двух разъемов питания двигателя на главной плате управления. Если разъем выводит напряжение постоянного тока 24 В, это указывает на то, что двигатель поврежден, если нет мультиметра, то проверять двигатель можно путем замены. При замене если запасной двигатель также не вращается это говорит о том повреждена главная плата управления.
- с) Если на дисплее отображается -00-, двигатель продолжает работать и не останавливается до тех пор, пока не появится "Е1", то возможные причины неисправности следующие: большая шестерня и шестерня двигателя проскальзывают, соединительный провод платы позиционирования

Применение клапана Runxin

не закреплен или поврежден, повреждена основная плата и т. д.,

### 8.3.6 Устранение неполадок с дисплеем "Е2"

- (1) Описание неисправности: Модель клапана 63604 во время использования на экране дисплея появляется сигнал неисправности «E2».
- (2) Метод поиска неисправностей:
- а) После отключения питания откройте пылезащитную крышку регулирующего клапана, вытащите соединительный провод платы позиционирования и проверьте, есть ли вода на штекере соединительного провода платы позиционирования и соответствующем гнезде на основной плате. Если есть капли воды, протрите или высушите. После подключения включите регулирующий клапан, если «E2» все еще отображается, выполните следующие шаги;
- b) Откройте блок управления и используйте описанный выше метод для проверки соединения на плате позиционирования. Если после сушки по-прежнему отображается «E2», вероятно, повреждена плата позиционирования или главная плата управления.

## 8.3.7 Устранение неполадок при ненормальном повторяющемся отображении на дисплее

- (1) Описание неисправности: Модель 63610 на экране становится полностью черным, а после очень ярким и показывает название модели.
- (2) Метод поиска неисправностей:
- а) Откройте блок управления и отсоедините провода от двигателя, если на экране дисплея отображается -00-, а явление, указанное выше в «описании неисправности», не появляется, это означает, что двигатель или источник питания повреждены; если экран полностью черный то скорее всего материнская плата повреждена.
- б) Проверьте, не поврежден ли двигатель или блок питания: после замены блока питания проверьте, может ли регулирующий клапан нормально работать, если нет, это указывает на повреждение двигателя.

# 8.3.8 Устранение неполадок, связанных с отсутствием действия узла клапана умягчения

- (1) Описание неисправности: Модель 63504 не забирает солевой раствор и не заполняет солевой бак
- (2) Метод устранения неполадок:
- До тех пор, пока не отобразятся значки модели и настроек, нажмите Д или Д, чтобы выбрать модель 63504, а затем нажмите Д , чтобы сохранить.
- б) Если отображаемая модель 63504, проверьте следующее:
- ①После разблокировки войдите в меню используя клавишу Д, нажимая Ди овойдите в меню параметров и убедитесь что выставлено значение 0. Если значение не 0 нужно перейти к следующим шагам.
- ②Откройте пылезащитную крышку блока управления, проверьте, не ослаблены ли контакты соединительных проводов в гнезде позиционирующей платы и не повреждена ли сама позиционирующая плата.

8 Техническое обслуживание многофункционального регулирующего клапана Runxin

### 8.3.9 Устранение неполадок, если не работает дисплей

- (1) Описание неисправности: модель 73604 во время использования не работает дисплей.
- (2) Метод устранения неполадки:
- а) Выключите питание, а затем включите питание, и послушайте издает ли какие-то звуки материнская плата.
- ① Если звук есть, то плата дисплея или соединение с платой дисплея повреждены;
- ② Если звука нет, то могут быть повреждены блок питания, основная плата или плата дисплея. Для выяснения причины выполните следующие действия.
- б) Замените блок питания, чтобы убедиться, что он в норме. Если это не помогло, отсоедините все соединительные провода на материнской плате, а затем включите питание.
- ① Если материнская плата не издает звуковых сигналов, это означает, что материнская плата повреждена:
- ② Если основная плата издает звуковой сигнал, это означает, что плата исправна; а соединительные провода повреждены их дефектовку можно провести заменяя каждый провод до тех пор пока не решится проблема.

### 9 Шаровой кран с керамическим сердечником Runxin

### 9.1 Обзор

Шаровой кран представляет собой клапан, открывающая и закрывающая часть которого представляет собой сферу, приводимую в движение штоком клапана и вращающуюся вокруг оси сферы. Обычные такие краны используются в трубопроводе с небольшим давлением с частыми интервалами перекрытия и открытия подачи воды. В основном клапана делятся на два типа: шаровой кран с мягким уплотнением и шаровой кран с жестким уплотнением.

Шаровой кран с мягким уплотнением относится к шаровому крану, в котором одна из уплотнительных частей в паре уплотнений седла (т. е. поверхность уплотнения седла и поверхность уплотнения шара) состоит из гибких материалов, таких как резина или пластик. Во втором случае шаровой кран с жестким уплотнением является клапаном, где уплотнение седла сделано из металла, керамики или других твердых уплотнителей. Шаровые краны с мягким уплотнением имеют низкие требования к шарам и седлам клапанов из-за их гибких уплотнений; шаровые краны с жесткими уплотнениями имеют высокие требования по твердости как для шара, так и для седла клапана.

По сравнению с шаровым краном с мягким уплотнением, шаровой кран с жестким уплотнением значительно улучшает давление уплотнения, рабочую температуру и срок службы, поэтому он подходит для более широкого спектра сред. Выбирая различные материалы, его можно использовать для воды, пара, масла, органических и неорганических кислот, растворителей, щелочей, химикатов и других сред.

Шаровой кран с керамическим сердечником является разновидностью шарового крана с жестким уплотнением. В дополнение к большинству преимуществ металлических шаровых кранов с жестким уплотнением он также обладает такими преимуществами, как сверхкоррозионная стойкость, износостойкость, стойкость к высоким температурам и эрозионная стойкость. В основном используется в электроэнергетике, в трубопроводной транспортной системе нефтехимической, металлургической, горнодобывающей, бумажной, водоочистной и других областях.

### 9.1.1 Состав шарового крана с керамическим сердечником

Шаровой кран состоит из корпуса клапана, уплотнительной пары, состоящей из шара и седла клапана, штока клапана, соединенного с шаром, и приводного устройства, которое управляет вращением шара через шток клапана. Шаровой кран с керамическим сердечником относится к шаровому крану, седло клапана и шар которого изготовлены из керамики. Структура клапана показана на Рисунке 9-1.

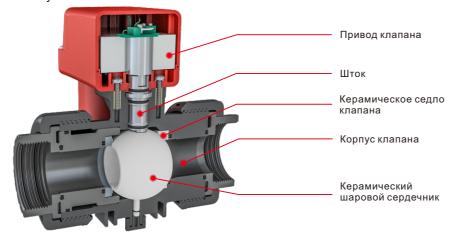


Рисунок 9-1 Структурная схема шарового крана с керамическим сердечником

### 9.1.2 Особенности шарового крана с керамическим сердечником

Керамические материалы являются материалами с наилучшей жесткостью и самой высокой твердостью среди конструкционных материалов. Твердость керамических шаров выше 1500HV, они обладают отличной химической стабильностью, плохо окисляются при высоких температурах, обладают хорошей коррозионной стойкостью к кислотам, щелочам и соли. Сердечник шара, седло клапана, втулка и т. д. части шарового крана с керамическим сердечником изготовлены из конструкционных керамических материалов, спеченных при сверхвысокой температуре выше 1680 °C, с чрезвычайно высокой твердостью (≥HRA85) и имею высокую химическую устойчивость. Шаровой кран с керамическим сердечником Runxin имеет следующие характеристики:

### (1) Малый крутящий момент

В шаровом кране Runxin с керамическим сердечником используется запатентованная конструкция уплотнительной пары с низким коэффициентом трения, которая значительно снижает момент открытия и закрытия шарового клапана, который намного ниже, чем у аналогичных продуктов других компаний Сравнение максимального крутящего момента показано на следующую таблицу:

Tex.	DN	DN15	DN20	DN25	DN32
характеристики	Дюймы	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"
Крут.момент других марок	0.6MPa	12	12	24	30
(N·m)	1.0MPa	18	27	30	42
Крут .моментRunxin	0.6MPa	1.5	1.5	2.0	7
(N·m)	1.0MPa	2.0	2.0	3.0	12

### (2) Коррозионная стойкость

Керамика обладает отличной химической устойчивостью и не вступает в реакцию с большинством химических сред.

### (3) Износостойкость

Керамика спекается при сверхвысокой температуре выше 1680°С и имеет чрезвычайно высокую твердость (≥HRA85), которая может адаптироваться к различным условиям высокого износа и сильного стирания.

### (4) Нулевая утечка

Керамический сердечник шара и седло клапана отшлифованы путем сопряжения, чтобы гарантировать нулевую утечку через уплотнение.

### 9.1.3 Классификация шаровых кранов с керамическим сердечником

Существует много типов шаровых кранов с керамическим сердечником. В соответствии со структурой керамического шара и седла клапана их можно разделить на шаровые краны с фиксированным и плавающим шаром, по диаметру; по разным материалам сердечника бывают шаровые краны из оксида алюминия, карбида кремния, циркония и других материалов; по разным материалам корпусов клапанов они делятся на металлические корпуса клапанов (304, 316, 316L и т. д.) и неметаллические (PPO, UPVC, CPVC и т. д.); в соответствии с различными методами управления, краны делится на ручные и автоматические (автоматический можно разделить на электрический и пневматический и т. д.); в зависимости от типа соединения, делятся на шаровые краны с фланцем и резьбой, а так же стыковой сваркой; в зависимости от различных контроллеров их можно разделить на двухфазные и трехфазные, с обратной связью, АС220V, DC24V, DC12V и другие шаровые краны.

### 9.1.4 Правила именования

Правила именования шаровых кранов с керамическим сердечником Runxin



Таблица 9-1 Коды приводов

Тип.привода	Электромагнитный	Редуктор	Кон.передача	Пневмо	Электро	
Код	0	2	5	6	9	

Коды не указывается при ручном управлении; для клапанов с пневматическим приводом: нормально открытый с 6K, нормально закрытый с 6B.

Таблица 9-2 Тип соединения

Тип	Вн.рез.	Внеш.резба	Клей	Фланец	Сплав	Сварка	Валф.	Хомут	Tri-clam p
Код	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица 9-3 Тип клапана

Тип		Код	Т	Тип		
	Прямоточный	1		4х канальный	6	
Плавающий	Үобразный	2	Φ	Прямоточный	7	
Плавающии	Lобрзный	4	Фиксироный	Тобразный	8	
	ТОбразный	5		Lобразный	9	

### Таблица 9-4 Материал корпуса

Материал	PPO	HPb59-1	304	316	316L	UPVC	CPVC	PPH
Код	0	1	2	3	4	5	6	7

### Таблица 9-5 Уплотнения

Материал	95Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiC	ZrO <sub>2</sub>	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	99AI <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Код	1	2	3	4	5

### Таблица 9-6 Напряжение

Напряжение	DC6V	DC12V	DC24V	DC36V	AC220V	
Код	1	2	3	4	5	

Таблица 9-7 Спец.назначение

Функуция	Код	Функция	Код
Период открытия и закрытия может быть установлен	А	Трехпроводное управление	С
Время открытия и закрытия может быть установлено	A1	Двухпроводное управление с обратной связью	D
Возврат в исходное положение при отключении 2х проводов	В	Трехпроводное управление с обратной связью по положению	E
Возврат в исходное положение при отключении 3х проводов	B1	Управление через WIFI	s

Если клапан также выполняет другие функции или имеет другие специальные конструкции, добавьте букву перед кодом типа клапана в качестве кода, как показано в Таблице 9-8:

Таблица 9-8 Коды клапанов с другими функциями

Фунция	Огнеупорны й	Медленное закрытие	Длясброса шлака	Скорос тной	Вспомогате льноеруч. управление	Регулируе мый	(Уплотнение штока) Тип сильфона
Код	F	Н	Р	Q	S	V	W

### 9.1.5 Свойства различных керамических материалов

Различные материалы имеют разную структурную прочность и характеристики. В таблице 9-9 показаны физические свойства обычных керамических материалов, а в таблице 9-10 показана химическая коррозионная стойкость обычных материалов. Выбор шарового крана Runxin с керамическим сердечником показан в таблице 9 -11.

Таблица 9-9 Свойства часто используемых керамических материалов

Керамический	V-7-0		2541.0			0.0
материал	Y-ZrO <sub>2</sub>	Mg-ZrO <sub>2</sub>	95Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$99Al_2O_3$	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	SiC
Плотность g/cm <sup>3</sup>	6.0~6.05	5.72~5.74	3.6~3.75	3.9~3.95	3.2~3.33	3.15~3.25
Твердость HRA	87	85	90	92	92	94
Предел прочности при изгибе МРа	1150	900	370	450	1200	470
Прочность на сжатие МРа	2000	1800	2000	2200	2800	
Коэффициент теплового расширения ×10-6/°C	9.6	10	7.8	8.3	3.4	4
УпругостьGРа	200	200	330	350	300	400
Прочность на сжатие KN(ф6mm)	15	10	3.6	4	18	3.5
Водопоглащение %	0	0	0.01	0	0	0.5

Таб.9-10 Таблица коррозионной стойкости распространенных материалов

Показатель	Темп.	ZrO <sub>2</sub>	99AI <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiC	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	Фторкаучук	PPO	SS304	SS316
20%HCL	60℃	Α	А	Α	В	Α	Α	С	В
20%HCL	95℃	Α	Α	Α	С	Α	Α		С
90%H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	60℃	Α	Α	Α	Α	Α	Α	С	В
90%H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	95℃	Α	Α	Α	В	А	Α	С	С
60%H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	60℃	Α	А	Α	С	Α	Α	С	Α
60%H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	95℃	Α	Α	Α	С	Α	Α	С	Α
10%HF	60℃	С	В	Α	Α	Α	Α	С	В
46%HF	95℃	С	С	Α	С	А	Α		С
60%HNO₃	60℃	Α	А	Α	С	Α	Α	Α	С
60%HNO <sub>3</sub>	95℃	Α	В	Α	С	Α	Α	В	С
30%NaOH	60℃	Α	В	Α	В	А	Α	Α	Α
30%NaOH	95?	В	В	Α	С	Α	Α	В	Α

### Примечание:

A: <0,1 ммг/см²/день, указывает на то, что материал не подвергается коррозии, рекомендуется использовать;

В: 0,1~0,3 ммг/см²/день, указывает на то, что материал несильно подвержен коррозии, и пригоден для использования;

C: > 0,3 ммг/см²/день, указывает на то, что материал сильно подвержен корозии и не рекомендуется к использованию.

Таблица 9-11 Таблица выбора шарового крана с керамическим сердечником Runxin

Материал тела крана	Уплотнение	Шток	Седло	Местоиспользования				
PPO UPVC	EPDM	316L 304cPPO	Одно седло (95%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Подходит для неагрессивных сред без твердых частиц и химических веществ, таких как кислоты и щелочи, соли, спирты, морская вода и т.д. Не подходит для окисляющих кислот, плавиковой и соляной кислоты, сульфата железа, сульфата аммония, гидрохлорида, брома, гипохлорита, ароматических углеводородов, хлорированных углеводородов, органических кислот, кетонов, бензина, синтетического смазочного масла и т. д.				
316	EPDM	3040770	Одно седло (95%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Подходит для неагрессивных сред без твердых частиц и химических веществ, таких как кислоты и щелочи, соли, спирты, полярные растворители и т. д. Не подходит для окисляющей кислоты, плавиковой и соляной кислоты, сульфата железа, сульфата аммония, гидрохлорида, брома, гипохлорита, органической кислоты, бензина, синтетического смазочного масла и т. д.				

PPO UPVC	- EPDM	316L	Два седла	Подходит для неагрессивных сред и химических веществ, таких как кислота и щелочь, соль, спирт, морская вода и так далее. Не подходит для окисляющих кислот, кроме азотной, плавиковой, кремнефтористоводородной, соляной кислоты, сульфата железа, сульфата аммония, гидрохлорида, брома, гипохлорита, органических кислот, кетонов, бензина, синтетических смазочных материалов и т. д.					
316	EPDM	304c PPO  316L 304 с PPO  Сплав С		Подходит для неагрессивных сред и химических веществ, таких как кислоты, соли, спирты, полярные растворители и т. д. Не подходит для окисляющих кислот, кроме азотной, плавиковой, плавиковой и соляной кислоты, сульфата железа, сульфата аммония, гидрохлорида, брома, гипохлорита, органической кислоты, бензина, синтетического смазочного масла и т. д.					
PPO UPVC 316	VMQ	316L 304 cPPO	Два седла (95%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Рекомендуется только для неагрессивных сред и органических кислот.					
PPO UPVC	FKM	Сплав С	Два седла	Рекомендуется только для окисляющих кислот, кроме серной и азотной, перекиси водорода и большинства сульфатов, гидрохлоридов и солей окисляющих кислот, включая соли алюминия и железа.					
UPVC		Сплав В	(95%AI <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Рекомендуется применять только для различных концентраций серной кислоты, соляной кислоты и большинства сульфатов и гидрохлоридов, кроме солей алюминия и солей железа.					
PPO	FRPM			Подходит для неагрессивных сред, кислот и оснований, солей, спиртов; не подходит для ароматических углеводородов, хлорированных углеводородов, масел, кетонов, сложных эфиров, простых эфиров, перманганата.					
UPVC	FRPM	304cPPO	Два седла	Подходит для неагрессивных сред, кислот и оснований, солей, спиртов, алифатических углеводородов, масел; не подходит для кетонов, сложных и простых эфиров, ароматических углеводородов, перманганата.					
316L	EPDM	5576110	(SiC)	Подходит для неагрессивных сред и химических веществ, таких как кислоты, основания, соли, спирты, полярные растворители и т. д. Не подходит для окисляющей, плавиковой, плавиковой и соляной кислоты, сульфата железа, сульфата аммония, гидрохлорида, брома, гипохлорита, органической кислоты, бензина, синтетического смазочного масла и т. д.					

### 9.1.6 Сравнение шарового клапана с керамическим сердечником и запорного клапана

Запорный клапан — клапан, у которого открывающая и закрывающая части представляют собой пробкообразные диски, а уплотняющая поверхность плоская или коническая. Открытие и закрытие клапана осуществляется за счет линейного движения диска вдоль центральной линии жидкости. Шаровой клапан представляет собой клапан с принудительной герметизацией, поэтому, когда клапан закрыт, к диску клапана должно быть приложено давление, чтобы поверхность уплотнения не протекла. Сравнение шарового клапана с керамическим сердечником и обычного запорного клапана показано в таблице 9-12.

Таблица 9-12 Сравнительная таблица

		Большое	,	_	Не подходит для
p.	Жесткое	FIATRO	Хорошая	ьыстрая	сред с частицами,
ан	vплотнени	гидро	гермитизаци	скорость	высокой вязкостью
an	ymmormonin	l l	ториитизаци	окорооть	

Запор. клапан	Жесткое уплотнени е	Большое гидро сопротивлени е	Хорошая гермитизаци я	Быстрая скорость открытия	Не подходит для сред с частицами, высокой вязкостью и легким закоксовыванием	Большое крутящи й момент
Керам. шар.кра н	Жесткое уплотнени е	Малое гидро сопротивлени е	Отличная герметизаци я	Очень быстрая скорость открытия	Множествофер использования	Малый крутящи й момент

### 9.2 Применение шарового крана с керамическим сердечником

Шаровые краны с керамическим сердечником широко используются из-за их преимуществ в отношении коррозионной стойкости, износостойкости, высокой термостойкости и эрозионной стойкости они используются в трубопроводных системах в таких областях, как электроэнергетика, нефтяная, химическая промышленность, металлургия, горнодобывающая промышленность, изготовление бумаги, очистка воды и другие области.

### 9.2.1 Применение шарового крана с керамическим сердечником в водоподготовке

### 9.2.1.1 Применение в системе фильтрации воды

Контроллер объединен с пятью шаровыми кранами с керамическим сердечником, и, управляя состояниями открытием и закрытием кранов может переходить между режимами фильтрации, промывки, обратной промывки. Конструкция шарового крана показаны на рис. 9-2:

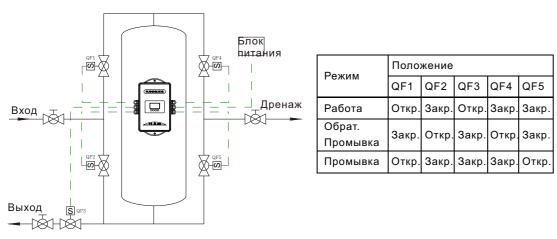


Рисунок 9-2 Структурная схема шарового крана, применяемого в системе фильтрации воды, и таблица положений кранов

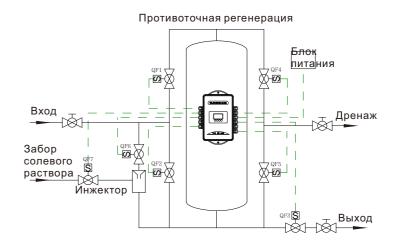
### 9.2.1.2 Применение в системе очистки умягченной воды

Контроллер сочетается с семью шаровыми кранами с керамическим сердечником, и управляются контроллером для перехода между режимами умягчения, обратной промывки, промывки, регенерации, а также наполнения солевого бака. Конструкция шаровых кранов показаны на Рисунке 9-3 и Рисунке 9-4:



Режим	Положение										
гежим	QF1	QF2	QF3	QF4	QF5	QF6	QF7				
Работа	Откр	Закр	Откр.	Закр	Закр	Закр	Закр				
Обрат. Промывка	Закр.	Откр	Закр	Откр	Закр	Закр	Закр				
Заборсол. Раствора	Закр	Закр	Закр	Закр	Откр	Откр	Откр.				
Медленная промывка	Закр.	Закр	Закр	Закр	Откр	Откр	Закр				
Промывка	Откр.	Закр	Закр	Закр	Откр.	Закр	Закр				
Наполнение сол. бака	Откр	Закр	Откр	Закр	Закр	Закр	Откр				

Рисунок 9-3 Схема установки клапанов и таблица их положения при противоточной регенерации



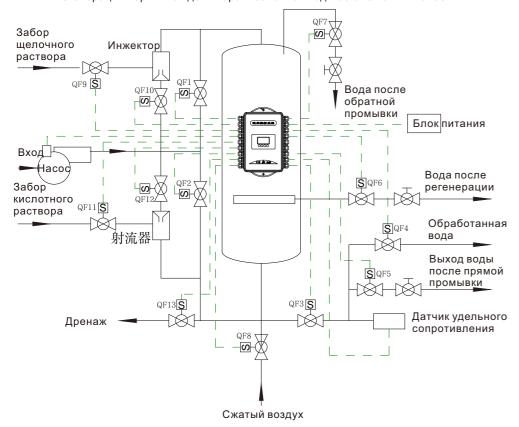
Dammin	Положение											
Режим	QF1	QF2	QF3	QF4	QF5	QF6	QF7					
Работа	Откр.	Закр.	Откр.	Закр.	Закр.	Закр.	Закр.					
Обрат. Промывка	Закр.	Откр.	Закр.	Откр.	Закр.	Закр.	Закр.					
Заборсол. Раствора	Закр.	Закр.	Закр.	Откр.	Закр.	Откр.	Откр.					
Медленная промывка	Закр.	Закр.	Закр.	Откр.	Закр.	Откр.	Закр.					
Промывка	Откр.	Закр.	Закр.	Закр.	Откр.	Закр.	Закр.					
Наполнение сол. бака Откр.		Закр.	Откр.	Закр.	Закр.	Закр.	Откр.					

Рисунок 9-4 Схема установки клапанов и таблица их положения при прямоточной регенерации

### 9.2.1.3 Применение керамических шаровых кранов в системе со смешанным слоем

Контроллер работает с 13 шаровыми кранами с керамическим сердечником, кислото и щелоче поглощающими форсунками, измерителем удельного сопротивления и насосом подачи сжатого воздуха и переключает режимы работы, обратной промывки, забора раствора щелочи и кислоты, промывка кислотой и щелочью, дренаж, смешивание, положительная промывка и другие функции. Открытие и закрытие шаровых кранов показано на рис. 9-5:

Регенерация первичной деминерализованной воды со смешанным слоем



							Полс	жение	)					
Режим	QF1	QF2	QF3	QF4	QF5	QF6	QF7	QF8	QF9	QF10	QF11	QF12	2 QF13	Насос
Работа	Откр.	Закр	. Откр.	Откр.	Закр.	Закр.	Закр	. Закр.	Закр.	Закр.	Закр.	Закр	. Закр.	Откр.
Обрат. промывка	Закр.	Откр	. Закр.	Закр.	Закр.	Закр.	Откр	. Закр.	Закр.	Закр.	Закр.	Закр	. Закр.	Откр.
Расслоение	Закр.	Закр	. Закр.	Закр.	Закр.	Откр.	Откр.	Закр.	Закр.	Закр.	Закр.	Закр	. Закр.	Закр.
Забор щелочи	Закр.	Закр	. Закр.	Закр.	Закр.	Откр.	Закр	. Закр.	Откр.	Откр.	Закр.	Откр	э. Закр.	Откр.
Забор кислоты	Закр.	Закр	. Закр.	Закр.	Закр.	Откр.	Закр	. Закр.	Откр.	Откр.	Откр.	Откр	э. Закр.	Откр.
Промывка	Закр.	Закр	. Закр.	Закр.	Закр.	Откр.	Закр	. Закр.	Закр.	Откр.	Закр.	Откр	э. Закр.	Откр.
Дренаж	Закр.	Закр	. Закр.	Закр.	Закр.	Откр.	Откр	. Закр.	Закр.	Закр.	Закр.	Закр	. Закр.	Закр.
Смешивание	Закр.	Закр	. Закр.	Закр.	Откр.	Закр.	Откр.	Откр.	Закр.	Закр.	Закр.	Закр	. Заю.	Закр.
Быстрый сброс	Закр.	Закр	. Откр.	Закр.	Откр.	Закр.	Откр	. Закр.	Закр.	Закр.	Закр.	Закр	. Откр.	关
Сброс газов	Откр.	Закр	. Откр.	Закр.	Откр.	Закр.	Откр	. Закр.	Закр.	Закр.	Закр.	Закр	. Закр.	Откр.
Прямая промывка	Откр.	Закр	. Откр.	Закр.	Откр.	Закр.	Закр	Закр.	Закр.	Закр.	Закр.	Закр	. Закр.	Откр.

Рисунок 9-5 Схема установки клапанов и таблица их положения при работе со смешенным слоем

### 9.2.2 Случай применения шарового крана в системе водоподготовки

### 9.2.2.1 Шаровой кран для системы умягчения

### (1) Общие данные

Регулирующий клапан умягчения имеет много внутренних проходов и сложную конструкцию. Для источников воды с большим количеством примесей, таких как ил и песок, перед обработкой следует использовать коагуляцию и осаждение, чтобы избежать повреждения регулирующего клапана, вызванного примесями ила и песка. Однако в некоторых случаях предварительная очистка не может быть выполнена из-за ограничений в габаритах установки. Поэтому существует многоклапанная система, состоящая из нескольких шаровых кранов.

Коксохимический завод в Шицзячжуане внедрил систему умягчения воды F78A3 в 2012 г. Через несколько лет качество исходной воды изменилось - содержание шлама и песка увеличилось. Первоначальное проектировании системы умягчения не включало в себя установку предочистки из-за чего клапан был выведен из строя и заменен на контроллер с 7ми керамическими кранами

### (2) Обзор проекта

Поскольку шаровой кран является прямоточной конструкцией, сопротивление воды относительно невелико. Для формирования системы умягчения используются два шаровых крана DN50, три шаровых крана DN40, два шаровых крана DN25, а также эжекторы и расходомеры, а скорость потока в данном системе может достигать 20 ~ 30 м³/ч. Система трубопроводов показаны на рис. 9-6.



Рисунок 9-6 Шаровые краны, используемые в системе умягчения

### (3) Эффективность

После реновации в начале 2016 года система до сих пор работает стабильно, полностью решив предыдущие проблемы.

### 9.2.2.2 Шаровой кран, используемый в системе умягчения воды для котла

### (1) Общие даные

Чрезмерная жесткость воды может повлияет на работоспособность котла. Чем выше жесткость питательной воды, тем легче образуется накипь на поверхности нагревающих элементов, что в последующем снижает тепловой КПД, увеличивает расход энергии, увеличивает возможность аварийности, сокращает срока службы котла и т.д. Поэтому жесткость питательной воды котлов должна соответствовать соответствующим стандартам. В большинстве распространенных систем умягчения воды в котлах используются автоматические клапаны, соответствующие емкостям со смолой для достижения эффекта умягчения, но для условий с высокими требованиями к расходу автоматические клапаны не подходят. Но в случаях, где требуются большие расходы воды используются контроллеры с управляемыми кранами.

### (2) Обзор проекта

Отопительный паровой котел энергетической компании в Шицзячжуане использует водопроводную воду в качестве исходной воды со средней жесткостью около 8,6 ммоль/л. Жесткость воды значительно превышает стандарт, и ее необходимо умягчить до уровня менее 0,03 ммоль/л, а скорость потока должна составлять 80 м3/ч. Система очистки умягченной воды предназначена для использования двух водоумягчителей и двух наборов шаровых кранов с керамическим сердечником, образующих многоклапанную систему автоматического управления, которая может обеспечивать одновременную подачу воды и раздельную регенерацию за счет блокировки. Каждая система оснащена шаровым краном DN65, расходомером DN65, форсункой DN32 и соответствующими стекловолоконными колонами диаметром 1,5 м и высотой 2,4 м, заполненными смолой на 2250 л, так же установлены солевые баки объёмом 2000 литров и измерителем жесткости F84 для контроля уровня жесткости после умягчения. Устройство работает в онлайн режиме и если жесткость превышает 0,03 ммоль/л, F84 отправляет сигнал для автоматического запуска регенерации. Установка системы очистки

198

умягченной воды показана на рис. 9-7, а блок-схема процесса очистки воды выглядит следующим образом: Муниципальная водопроводная вода  $\to$  фильтр  $\to$  ионообменник  $\to$  автоматическое определение жесткости  $\to$  резервуар для умягченной воды  $\to$  бустерный насос  $\to$  котловая вода



Рисунок 9-7 Шаровой кран, используемый в системе умягчения питательной воды для котла

### (3) Эффективность

Умягченная вода было проверена соответствующими ведомствами и полностью соответствует стандарту водоснабжения для паровых котлов. С момента ее установки в октябре 2017 года система работает стабильно, качество производимой воды соответствует требованиям, автоматика работает согласно установленным параметрам.

Электрический шаровой кран с керамическим сердечником можно использовать в системах фильтрации и умягчения, при этом не требуется следить за изменение качества исходной воды.

### 9.2.2.3 Использование шаровых кранов в системах чистых и сверх чистых вод.

При проектировании и производстве оборудования для чистой и сверхчистой воды, как правило, необходимо установить регулирующий клапан на входе перед насосом высокого давления, а регулирующий клапан промывки низкого и высокого давления установить на трубке с концентратом и пермиатом. При проектировании обычно используется нормально закрытый электромагнитный клапан на 220 В. Когда система находится в рабочем состоянии то на клапан подается напряжение и открывает его, но длительная эксплуатация ускоряет старение и выход из строя катушки электромагнитного клапана, что приведет к уменьшению срока ее службы; В системах чистой воды электрический дроссельный клапан обычно используется для плавного пуска или пуска с переменной частотой водяного насоса, а для завершения процесса управления необходимо полагаться на программируемый контроллер ПЛК или реле времени. Электрический дроссельный клапан с мягким уплотнением, электрический шаровой кран и другие продукты имеют большой крутящий момент для открытия и закрытия, поэтому мощность двигателя их приводов высока, приводы имеют большие размеры и вес, занимают большое пространство и увеличивает нагрузку на трубопровод, а также увеличивает стоимость реализации цельной системы.

Небольшой крутящий момент керамического шарового крана с жестким уплотнением позволяет установить шаровой кран с электроприводом, который открывается и закрывается в течение 3-12 секунд при условии безопасного напряжения 24В постоянного тока, что так же уменьшает вероятность гидравлического удара из-за небольшого крутящего момента. Размер привода составляет всего 20-30% по сравнению с другими приводами на шаровых кранах это позволяет монтировать керамические краны в условиях ограниченного пространства, а малый вес крана уменьшает нагрузку на трубопровод.

# 9.2.2.4 Применяется шаровых кранов в мультимедийных фильтрах, фильтрах с активированным углем, а также в системах со смешенными слоями и дисковыми фильтрами.

В системе оборудования для подготовки умягченной воды с расходом менее 50 м3/ч многоходовой клапан имеет несравненные преимущества. Однако для системы с большим потоком, превышающим 80 м3/ч, сложно обойтись установкой одного клапана будь то дисковый, поршневой или кулачковый клапан. Используя многоклапанную систему, состоящую из контроллера и нескольких керамических шаровых кранов с твердым уплотнением, можно достичь различных скоростей потока в соответствии с различными диаметрами соответствующих шаровых кранов.

В системе фильтрации некоторые фильтрующие материалы требуют определенного расхода при обратной промывки, в несколько раз превышающего рабочий расход, чего трудно достичь с помощью обычных многоходовых клапанов. При проектировании многоходовой клапан следует выбирать по потоку обратной промывки вместо расчетного потока фильтрации, что увеличивает стоимость покупки регулирующего клапана. Использование контроллера шарового крана и нескольких керамических шаровых кранов с жестким уплотнением может решить эту проблему. Для обратной промывки с большей скоростью потока можно установить регулирующий клапан большего диаметра, чтобы удовлетворить требования скорости обратной промывки.

Процесс потока воды в смешанном слое аниона и катиона более сложен, и предъявляются более высокие требования к кислотной и щелочной коррозионной стойкости материала. В таких случаях обычно используется контроллер с несколькими кранами с керамическим сердечником и керамическими седлами, что позволяет управлять потоками кислоты и щелочи внутри системы.

Дисковые фильтры, используемые для фильтрации крупных частиц, часто сталкиваются с проблемами различных типов отложений, остатков и налета.

В настоящее время дисковые фильтры, в которых используется большое количество мембранных клапанов, часто вызывают необратимое повреждение диафрагмы из-за попадания мелких частиц в фильтр. Повреждения сокращают срок службы мембранного клапана и влияют на качество отфильтрованной воды. Сферическое твердое уплотнение керамического шарового клапана с жестким уплотнением может решить эту проблему. Частицы не могут пройти через уплотнительную поверхность шаровой кран с керамическим сердечником и не могут поцарапать или как-то повредить керамическую сферическую поверхность высокой твердости.

Пример применения - шаровой кран, используемый в системе улучшения воды в сельском хозяйстве.

В течение долгого времени, в обширных сельских районах, сельские жители полагались на колодезную воду или воду из горных источников для хозяйственного водоснабжения. Из-за того, что промышленное загрязнение и влияние сезона дождей, органические вещества, бактерии и мутность воды превысили норму, качество используемой воды сельских жителей трудно достигает до государственного стандарта питьевой воды. В последние годы, под призывом национальной политики по борьбе с бедностью и строительству красивых сел, местные органы власти вложили большие средства в строительство сельских станций водоснабжения, чтобы решить проблемы, связанные с использованием питьевой воды сельскими жителями. Среди них, многофункциональный контрольный клапан для очистки воды и керамический шаровой кран с твердым уплотнением Жуньцзин, производимые компанией Жуньсинь широко используются.

Проект сельского водоснабжения в уезде Пинъян города Вэньчжоу рассчитан на подачу воды в объеме 200 тонн в день, при этом 1890 сельских жителей пользуются водой. Он обеспечивает подачу воды в течение 4 часов в день и требует расхода 50м³/ч. Источником воды проекта является поверхностная вода, стекающая с горы, а вода горного ручья направляется на водоочистное оборудование станции водоснабжения путем строительства водосливов для блокировки воды. После очистки через фильтр с фильтрующей сеткой, фильтр с кварцевым песком и блок фильтрующей мембраны, и дезинфекцию хлорноватистой кислотой, вода поступает в резервуар объемом 200 м³, а затем транспортируется в каждое домохозяйство по водопроводу. Поточная вода может содержать осадок, коллоиды и взвешенные вещества. Особенно в сезон дождей, содержание примесей в виде частиц осадка больше, что выдвигает повышенные требования к износостойкости клапанов водоподготовки.

В проекте изначально был разработан электромагнитный клапан или шаровой кран с сердечником из нержавеющей стали. В практических применениях электромагнитный клапан подвержен гидравлическому удару, катушка легко перегревается и перегорает, пружина легко выходит из строя и не может восстанавливаться на прежнем месте, фактический диаметр малый, а сопротивление потоку великий, а цена дорогая. Шаровой кран с шаровым сердечником из нержавеющей стали не является износостойким, поскольку золотник и уплотнительная поверхность не устойчивые к износу, что может легко привести к износу и утечке..

Керамический шаровой кран с твердым уплотнением Жуньцзин обладает свойствами жесткого уплотнения, износостойкости, эрозионной стойкости и коррозионной стойкости, которые могут эффективно решить эти проблемы. В этом проекте используется резервуар из нержавеющей стали 6096, заполненный кварцевым песком и согласованный с F109 для управления 4 пластиковыми фланцевыми шаровыми кранами Жуньцзин DN80 и DN65 для управления промывкой фильтрующего материала. Как показано на рисунке 9-8.



Рис. 9-8 Пример применения - шаровой кран, используемый в системе улучшения воды в сельском хозяйстве.

При приемке проекта организация владельца, и специалисты Бюро водного хозяйства и водной группы высоко оценили рациональный проект данной системы, выбор износостойких керамических шаровых кранов и интеллектуальный план, и проект прошел приемку за один раз. С момента ввода оборудования в эксплуатацию в 2020 году, сбоев не было, как владельцы, так и компетентные организации очень довольны.

## 9.2.2.5 Применение керамических шаровых кранов в специальном оборудовании для очистки воды (удаление железа, марганца и фтора)

Существуют различные методы очистки в области специальной очистки воды. По сравнению с оборудованием для очистки воды, таким как умягчение и фильтрация, оборудование для специальной очистки воды требует более медленной скорости фильтрации, большей скорости промывки и более сложного процесса очистки.

Есть взять в качестве примера оборудование для удаления железа и марганца, то можно увидеть что после обработки аэрацией ионы двухвалентного железа будут окисляться и увеличиваться с образованием нерастворимых в воде оксидов железа, широко известных как «ржавый шлам». При использовании дисковых затворов, шаровых кранов с мягким уплотнением и других систем конструкции клапана окисленная «ржавая грязь» может легко попасть в уплотнительный элемент клапана через поток воды, вызывая необратимое повреждение мягкого уплотнительного элемента и приводя к поломке оборудования.

Жесткое уплотнение керамического шарового крана с твердым уплотнением предотвращает проникновение таких веществ, как «ржавая грязь», через уплотнительную поверхность. Не смотря на то что ржавчина накапливается на закрытой уплотняющей поверхности, по причине небольшого крутящего момента кран все так же будет легко открываться и закрываться.

В специальном оборудовании для очистки воды в системе регенерации обычно используется раствор кислоты или щелочи высокой концентрации для регенерации и активации фильтрующего материала. Коррозионная стойкость керамического шарового клапана с твердым уплотнением может гарантировать, что клапан не будет разъедаться сильной кислотой.

## Пример применения 1: Шаровой кран используется для удаления железа и фильтрации фторсодержащей воды из горячих источников.

Жилы подземных вод в определенном месте в Хулудао, провинция Ляонин, представляют собой естественную термальную воду, содержащую фтор, а водные ресурсы являются ценными. Первоначальный отчет об инспекции качества воды показал, что содержание ионов железа в термальной воде составляло 1,1 мг/л, превышающее норматив 0,3 мг/л. Застройщик недвижимости использует фторсодержащую термальную воду в качестве коммерческого предложения для разработки проекта недвижимости. Необходимо удалить излишки ионов железа в термальной воде. Объем очистки воды в час составляет 30 м³, а содержание иона железа ≤0.3 мг/л.

Неочищенная вода представляет собой подземные воды, которые могут содержать осадок, поэтому для фильтрации осадка устанавливается предварительный циклонный пескоотделитель, а затем окисляется с помощью аэрационного оборудования для окисления ионов железа  $Fe^{2+}$  в водонерастворимое  $Fe^{3+}$ , а затем проходит через два параллельных система набора обезжелезивания для удаления железа. Каждая система обезжелезивания использует 6 электрических шаровых кранов DN65, комплектует резервуар из углеродистой стали диаметром 1,5 м и высотой 3,6 м, заполненный фильтрами обезжелезивания JM-3, которые контролируются специальным шкафом управления. Вода после удаления железа направляется в резервуар для производства воды. Когда требуется обратная промывка, контролируются открытие и закрытие соответствующего шарового клапана, и насос обратной промывки будет извлекать чистую воду из резервуара для производства воды для выполнения обратной промывки. Интенсивность обратной промывки 15  $n/(m^2 \cdot c)$ . Установка оборудования для очистки воды показана на рис. 9-9, а технологический процесс системы выглядит следующим образом:

Сырая вода  $\to$  циклонное удаление песка  $\to$  аэрация  $\to$  фильтр для удаления железа  $\to$  резервуар для очистки воды  $\to$  насос обратной промывки  $\to$  фильтр для удаления железа.



Рис. 9.9 Шаровой кран используется для удаления железа и фильтрации фторсодержащей термальной воды.

Благодаря характеристикам низкого крутящего момента керамического шарового крана с твердым уплотнением Жуньцзин не только контролируется стоимость, но и обеспечивается безопасное напряжение клапана; Керамический золотник более устойчив к истиранию средами, содержащими оксид железа, и имеет более длительный срок службы; Характеристики специальной керамики могут выдерживать температуру воды 100 °С, даже если существует непродолжительная высокотемпературная среда, уплотнительная часть не подвергается воздействию высокой температуры. С тех пор, как оборудование было установлено и введено в эксплуатацию в ноябре 2021 года, оборудование работает нормально, керамический шаровой кран с твердым уплотнением Жуньцзин нормально открывается и закрывается, а обратная связь по положению была нормальной.

## Пример применения 2: шаровой клапан, используемый в системе одновременного удаления железа и марганца

В системе очистки воды для удаления железа и марганца, когда поток клапана Жуньсинь не может удовлетворить фактические технические потребности, система удаления железа и марганца, состоящая из нескольких электрических керамических шаровых клапанов Жуньцзин и контроллеров шаровых клапанов F109, может использоваться для автоматического управления. Шаровой клапан последовательно открывается и закрывается по порядку в разное время, и завершаются процессы дегазации, окисления, фильтрации, регенерации, обратной промывки и прямой промывки, необходимые для системы удаления железа и марганца, чтобы уменьшить содержание железа и марганца и очищать воду, и удовлетворять требование пользователей.

Очистка воды из колодца в пос. Юйшу Гунпэн, город Чанчунь, провинция Цзилинь предназначена для питья жителями. Вода из подземных колодцев используется в качестве сырой воды, содержание ионов железа составляет 2,5 мг/л, содержание ионов марганца составляет 1,3 мг/л, а общее количество колоний составляет 240 КОЕ/мл, требуемое количество обработки воды 50 м³/ч, после обработки, стандарт железа <0,3 мг/л, марганца <0,1 мг/л и общее количество колоний <100 КОЕ/мл.

Этот проект рассчитан состоять из устройства аэрации, двух комплектов вторичного оборудования для удаления железа и марганца, и генератора диоксида хлора. Каждый комплект фильтров состоит из двух резервуаров из нержавеющей стали диаметром 1,8 м и высотой 2,4 м, которые оснащены фильтрующими материалами для удаления железа и марганца ЈМ-3 и соответственно 5 электрическими шаровыми кранами Жуньцзин DN65 и контроллеры шаровых клапанов F109 при последовательном соединении, а весь водопровод подключен параллельно. После аэрации сырой воды с помощью комбинации аэрационного вентилятора и аэрационной пластины, она фильтруется фильтром для удаления железа и марганца и, наконец, дезинфицируется генератором диоксида хлора для получения качественной воды. Установка оборудования показана на рис. 9-10, а технологический процесс следующий:

Резервуар для сырой воды  $\to$  насос для сырой воды  $\to$  аэрационное оборудование  $\to$  оборудование для первичного удаления железа и марганца  $\to$  оборудование для вторичного удаления железа и марганца  $\to$  оборудование для дезинфекции  $\to$  резервуар для очистки воды  $\to$  оборудование для подачи воды.

С момента ввода оборудования в эксплуатацию в декабре 2021 года, шаровой кран нормально открывался и закрывался, система работала стабильно, пользователь остался доволен.



Рис. 9-10 Шаровой клапан, используемый в системе одновременного удаления железа и марганца

# 9.2.3 Применение шарового крана с керамическим сердечником в сельскохозяйственном орошении

Ежегодные потери водных ресурсов в Китае весьма велики. Потребление воды для орошения в сельском хозяйстве составляет около 390 миллиардов кубометров в год, что составляет 64% от общего потребления воды в стране. Это в основном связано с тем, что в большинстве частей страны все еще используются «земляные каналы для воды». В старых технологиях эффективная норма капельного орошения составляет всего 50-55%. В то время как современные системы могут достигать 70-80% эффективности использования.

Традиционное сельскохозяйственное орошение и внесение удобрений, как правило, основаны на опыте или фиксированном времени орошения и удобрения, а полив осуществляется насосом. Этот метод орошения и удобрения не только серьезно тратит водные ресурсы, но также значительно снижает коэффициент использования удобрений, что не способствует к росту урожая.

С быстрым развитием технологий беспроводной связи, сенсорных технологий, технологий обработки информации и технологий Интернета вещей, органической интеграции с развитием современного сельского хозяйства, возникла интеграция интеллектуальной воды и удобрений. Интеллектуальная интеграция воды и удобрений отслеживает соответствующую окружающую среду, данные об урожае и питательные вещества в почве в режиме реального времени в соответствии с датчиками оборудования. Когда влажность почвы и питательные вещества ниже определенного стандартного значения, интеграция воды и удобрений автоматически выполняет полив и внесение удобрений. Смешанное удобрение от растворимого твердого удобрения или жидкого удобрения и поливная вода равномерно и точно транспортируются в почву у корня культуры, и в соответствии с ростом. потребности урожая, могут периодично снабжать по отношению в определенном количестве питательного вещества в течение всего периода роста, урожай поглощает влагу и тоже поглощают необходимые питательные вещества. Таким образом, можно добиться точного орошения для удовлетворения потребностей роста сельскохозяйственных культур, и в значительной степени сэкономить водные ресурсы, улучшить использование воды и удобрений, повысить урожайность и уменьшить загрязнение окружающей среды. Теперь, эта интегрированная машина для воды и удобрений получила промышленное развитиеи широко используется во всех частях нашей страны, особенно в Синьцзян-Уйгурском автономном районе. Интегрированное оборудование для воды и удобрений показано на рис. 9-11.



Рис. 9-11 Интегрированное оборудование для воды и удобрений

Раствор удобрения имеет определенную концентрацию кислоты и щелочи, и оборудование требует, чтобы клапан был устойчив к кислоте, щелочи и коррозии, традиционные шаровые клапаны из нержавеющей стали трудно добиться. Керамический шаровой клапан с твердым уплотнением Жуньцзин также обладает такими характеристиками, как твердое уплотнение, коррозионная стойкость, износостойкость, малый крутящий момент и т. д. Он может автоматически открываться по реакции влажности или открываться по времени, а также может дистанционно управляться для открытия, что может удовлетворить потребности клиентов. С 2017 года он в больших количествах применяется в интегрированной машине для воды и удобрений сельскохозяйственной компании в Синьцзяне. Уровень отказов чрезвычайно низкий, а процент выкупа клиентами высокий, что высоко ценится.

# 9.2.4 Применение шарового крана с керамическим сердечником в химической промышленности

9.2.4.1 Шаровой кран, используемый в устройстве для извлечения тяжелых металлов из гальванического раствораГальванический раствор содержит большое количество тяжелых металлов, таких как хром, никель, золото и т. д. Если эти тяжелые металлы сбрасывать напрямую в канализацию, то они вызывают серьезное загрязнение окружающей среды, а некоторые тяжелые металлы имеют очень большую стоимость. После того, как тяжелые металлы извлекаются с помощью устройства для рециркуляции, во-первых, сточные воды должны быть очищены, а во-вторых, тяжелые металлы удалены из воды

Гальваническая установка проводит очистку отработанной жидкости, требуемый расход составляет 2 м³/ч, а для очистки отработанной жидкости используются анионообменные и катионообменные смолы. После насыщения смолы ее необходимо регенерировать кислотой и щелочью, поэтому в системе используется шаровой клапан с керамическим сердечником, устойчивым к кислотам и щелочам, который управляется ПЛК для реализации автоматического



Рисунок 9-8 Оборудование для извлечения тяжелых металлов из гальванического раствора

преобразования каждого канала потока. В устройстве используются две емкости для смолы диаметром 340 мм и высотой 1370 мм, заполненные соответственно анионной и катионной смолой. Давление воды на входе составляет 0,2 МПа. Оборудование показано на рисунке 9-8. Схема технологического процесса показана на рисунке 9-9. Когда смола выходит из строя и ее необходимо регенерировать, анионит регенерируют 5-7% раствором NaOH, а катионит регенерируют 10% соляной кислотой.

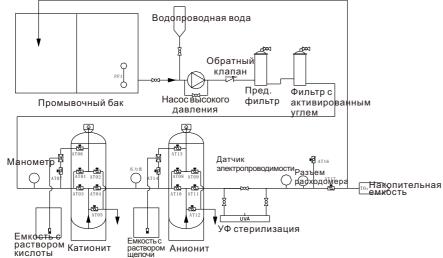


Рисунок 9-9 Технологическая схема шаровых кранов, используемых в устройстве для извлечения тяжелых металлов из гальванического раствора

### 9.2.4.2 Шаровые краны, используемые в генераторе гипохлорита натрия

Керамический шаровой кран с твердым уплотнением Runxin использует керамический шаровой сердечник из оксида алюминия или карбида кремния, структура уплотнения представляет собой керамическое твердое уплотнение и обладает характеристиками коррозионной стойкости и износостойкости, что устраняет недостатки традиционных клапанов, которые могут быть только односторонне устойчивыми к износу или коррозии. Использование уникальной запатентованной технологии Runxin снижает крутящий момент шарового крана, что позволяет использовать приводы меньшего размера, экономя место при установке и потребляемую мощность.

В генераторе гипохлорита натрия рассол высокой концентрации производит раствор гипохлорита

натрия посредством электролитической реакции. Рассол высокой концентрации легко кристаллизуется и вызывает коррозию. Раствор гипохлорита натрия обладает сильной коррозионной активностью и сильными окислительными свойствами что одновременно требует коррозионной стойкости и износостойкости для того, чтобы оборудование могло стабильно работать в течение длительного времени. Установка показана на рис. 9-10.

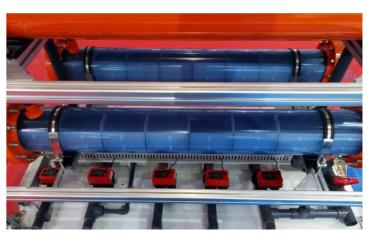


Рис. 9-10. Шаровые краны на генераторе гипохлорита натрия

### 9.2.4.3 Шаровой клапан используется в производстве литиевых батарей

С быстрым развитием промышленности вопросы охраны окружающей среды снова и снова привлекали внимание людей. Новая научно-техническая революция идет семимильными шагами, во многих областях научных исследований сделаны крупные прорывы. Постоянное появление технологических новшеств, представленных информационными технологиями, биотехнологиями и новыми материальными технологиями, способствовало непрерывному развитию общества и коренным образом изменило способ производства и жизни людей. Технология литиевых батарей является одной из них.

С быстрым ростом спроса людей на различные электронные продукций и транспортные средства, работающие на новой энергии, также увеличивается спрос на литиевые батареи. Китай имеет крупнейший в мире рынок бытовой электроники и рынок потребления транспортных средств на новых источниках энергии. За последние пять лет, спрос на литиевые батареи на китайском рынке занимает первое место в мире. В будущем, при активной поддержке правительства Китая в новом энергетическом транспортном средстве в целом и его экологической цепочке, индустрия литиевых аккумуляторов имеет широкие перспективы развития.

Литиевая батарея представляет собой тип батареи, в которой в качестве материала положительного/отрицательного электрода используется металлический литий или литиевый сплав, а также используется неводный раствор электролита. В процессе производства материалов положительного электрода для литиевых батарей строго запрещается содержать металлические элементы, такие как медь (Cu) и цинк (Zn), в соответствующих трубах и материалах клапанов. При наличии металлических примесей, таких как медь (Cu) и цинк (Zn) в материалах, эти металлы будут окисляться на положительном электроде, а затем восстанавливаться отрицательным электродом. Когда металлический элемент на отрицательном электроде накапливается в определенной степени, твердые края и углы осажденного металла будут проткните мембрану, что приведет к саморазряду батареи. Саморазряд будет иметь фатальное воздействие на литиевую батарею и даже может привести к взрыву.

Керамический шаровой клапан с твердым уплотнением Жуньцзин использует износостойкий и устойчивый к коррозии керамический золотник, а корпус клапана изготовлен из инженерного пластика или нержавеющей стали 316L, после строгую проверку, не содержит медь (Cu) и цинк (Zn), может хорошо удовлетворять требование производственной технологии материала положительного полюса литиевой батареи, уже в крупной партии используется в отрасли литиевой батареи, каждый характеристический показатель получается удовлетворение клиентов.

### 9.2.4.4 Шаровой кран используется в оборудовании для очистки пластин

С развитием крупномасштабных интегральных схем, постоянным улучшением интеграции и постоянным уменьшением ширины линии, требования к качеству кремниевых пластин также становятся все выше и выше, особенно к качеству поверхности кремниевых полированных пластин тоже становятся строгим.

При производстве полупроводниковых приборов кремниевые пластины должны быть строго очищены, а следовые загрязнения также приведут к выходу устройства из строя. Целью очистки является удаление примесей поверхностного загрязнения. В процессе производства оборудования для очистки кремниевых пластин, частицы и металлические примеси будут загрязняться на поверхности, что серьезно повлияет на качество и процент готовой продукции устройств. в целях очистки таких примеси и частицы, требует промывать кремниевые пластины с помощью ультразвуковой волны, кислотнощёлочного раствора и сверхчистой воды, основной процесс очистки заключается в следующем:

Ультразвуковая очистка  $\to$  щелочная очистка  $\to$  ультразвуковая очистка  $\to$  ополаскивание  $\to$  кислотная очистка  $\to$  ополаскивание  $\to$  ультразвуковая очистка  $\to$  сушка

Поскольку сточные воды после очистки кремниевых пластин содержат остатки кремниевых пластин высокой твердости и кислотно-щелочной раствор, трубы и клапаны оборудования должны обладать высокой износостойкостью и коррозионной стойкостью. Благодаря высокой твердости и коррозионной стойкости керамического золотника, керамический шаровой клапан с твердым уплотнением Жуньцзин может хорошо соответствовать требованиям оборудования для очистки кремниевых пластин и широко используется, эффективно решая проблему, заключающуюся в том, что традиционные металлические клапаны не устойчивы к коррозии, а пластиковые клапаны не устойчивы к износу.

### 9.2.4.5 Шаровой клапан используется в оборудовании для экстракции человеческого белка

Моча человека содержит более 1500 видов белков, многие из которых имеют большое научное, медицинское и экономическое значение. Здоровый взрослый человек выделяет в среднем 1,5 л мочи в сутки, поэтому количество мочи, выделяемой в городе за сутки (24 часа), очень великое.

Технология извлечения белка человеческого происхождения заключается в отделении, извлечении и очистке белка мочи из мочи человека. Остаток обработанной мочи также можно использоваться в качестве сельскохозяйственного органического удобрения, превращая отходы в сокровище. В то же время, она также решает экологическую проблему мочи, и реализует экономические выгоды и социальные выгоды.

Моча является мочой млекопитающих. Установлено специальное устройство для сбора мочи, выделяемой организмом человека, а очистное оборудование фильтрует и очищает мочу. Моча слабокислая, из которых около 95% составляет вода, а остальное твердое. Клапаны очистного оборудования должны быть коррозионностойкими и износостойкими, а пятна мочи не так просто осадить.

Биотехнологическая компания в провинции Хэнань отремонтировала общественный туалет. В оборудовании для сбора, очистки и смыва мочи использовалось несколько керамических шаровых клапанов Жуньцзин с твердым уплотнением калибров DN20 и DN32.Из-за малого размер их, и устойчивости к коррозии, он хорошо соответствует требованиям проекта и был подтвержден клиентами. С тех пор начал использовать в августе 2021 года, оборудование работает стабильно без сбоев.

208

### Использованная литература

- 1. Технология очистки воды в промышленных котлах, под редакцией Хао Цзинтая, Ю Пина, Чжоу Ина, Meteorological Press, 2000.4
- 2. Эксплуатационный эффект и мониторинг промышленных котельных водоочистных сооружений (GBT16811-2005)
- 3. Технические характеристики водоподготовки и практическое руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию водоочистного оборудования, под редакцией Хуан Шипин, Сиань, издательство Санцинь, 2003.6
- 4. GB/T18300 «Технические условия для ионообменника натрия с автоматическим управлением».
- 5. GB/T 50109 «Нормы проектирования для умягчения и опреснения технической воды»
- 6. GB/T 1576 «Качество воды промышленных котлов».
- 7. GB 8978 «Стандарт комплексного сброса сточных вод»
- 8. СJ/Т 43 «Фильтровальный материал для очистки воды»
- 9. Патент Китая: ZL200420078956.5 Многофункциональный регулирующий клапан для системы водоподготовки Wu Xiaorong, Ding Fengyang, Yang Runde
- 10. Патент Китая: ZL200720045551.5 Полностью автоматическое устройство управления очисткой воды Wu Xiaorong, Wu Xianshui, Yang Runde.

209

11. Патент Китая: ZL201320732225 Оригинальный шаровой кран Hailin, Wu Xiaorong

### Указатель категорий продукции

Произво <del>д</del> m³/h	Фильтр		Руч.умяг.	Авто.Умягче	ние		1 клапан 2 емкости	1клапан 3 емкости	
	Руч.	Автомат.	Прямоточ .Регенер.	Прямоточ. Регенер	Противото Прямоточ. ч.Регенер. Регенер				Смеш. слои
1-2 m³/h	51101 F56B					82502 F79			18601 F120
	51102 F56E	53502 F71	61202 F64B	63502 F65/F117	73502 F69	82502 F79/F105/F122			
3-4						82503 F97/F136		17603 F73	
m³/h	51104 F56A	53504 F67	61104 F64A	63504 F63/F116	73504 F68	82504 F82	93504 F83A		18604 F118
5-6				63505 F130	73505 F92			17606 F98	
m³/h	51106 F56F	53506 F67B-A	61106 F64F						
8-12		53508 F134		63508 F133				17610 F88/F135	
m³/h	51110 F56D	53510 F75	61210 F64D	63510 F74					
				63515 F99					
15-25 m³/h	51218 F77BS	53518 F77B	61218 F77AS	63518 F77A			91218 F77CS		
		53520 F95B/F111B		63520 F95A/F111A					
30-50 m³/h	51230 F112BS	53530 F112B							
		53540 F96B	61240 F112AS	63540 F112A			91540 F112CS		
				63550 F96A					

Клапаны умягчения с автоматической регенерацией делятся клапана по времени и по расходу. В названии модели третья цифра 5 обозначает что клапан по времени, а 6 что по расходу.

При одной и той же производительности могут быть две модели, но отличатся по методу установки.

### Общая таблица данных по клапанам

Тип	Модель	Старая модель	Размер Вход/ Выход	Дренаж	Размер порта забора соли	База	Централь ная трубка	Произв одитель ность м³/ч	Подходяща я емкость дюймах с	Примечание
	51101A	F52		1/2"F		M82×3	Ф16.5	1	6" ~ 10"	
	51101 B/C	F56B/ F56C	1/2″или 3/4″F	1/2″или 3/4″F		Tr95×6 или Tr118×6	1.05"OD	1	Для кол б 10"/20"	
	51102	F56E	1/2″или 3/4″F	1/2″или 3/4″F		2.5"-8NPSM	1.05"OD	2	6" ~ 10"	
	51104	F56A	1"F	1"F		2.5"-8NPSM	1.05"OD	4	6" ~ 12"	
Ручной фильтр	51106	F56F	1"F	1"F		2.5"-8NPSM	1"D-GB	6	6" ~ 14"	
,	51110	F56D	2"F	2"F		4"-8UN	1.5"D-GB	10	10"~24"	-
	51218	F77BS	2"M	2"M		4"-8UN	1.5"D-GB	18	14"~30"	
	51230	F112BS	Dn65	Dn65		DN80(Верх. ниж. дистр.)	1	30	24"~42"	Боковой монтаж
	53502	F71B	3/4"M	3/4"M		2.5"-8NPSM	1.05"OD	2	6"~10"	
	53504	F67B	1"F	1"F		2.5"-8NPSM	1.05"OD	4	6"~12"	
Автоматически й фильтр	53506S	F67B-A	1"F	1"F		2.5"-8NPSM	1"D-GB	6	6"~14"	
	53510	F75A	2"M	2"M		4"-8UN	1.5"D-GB	10	10"~24"	
	53518	F77B	2"M	2"M		4"-8UN	1.5"D-GB	18	14"~30"	
	53520	F95B	2"M	2"M		2"М (Верх. ниж. дистр.)	1	20	18"~36"	Боковой монтаж
	53520	F111B	2"M	2"M		4"-8UN	1.5"D-GB	20	18"~36"	
	53530	F112B	DN65	DN65		DN80(Верх. ниж. дистр.)	1	30	24"~42"	Боковой монтаж
	53540	F96B	DN80	DN80		DN100(Bepx. ниж. дистр.)		40	24"~48"	Боковой монтаж
Руч. Умягчение	61202	F64B	3/4"F	1/2"M	3/8"M	2.5"-8NPSM	1.05"OD	2	6"~12"	
	61104	F64A	1"F	1/2"M	3/8"M	2.5"-8NPSM	1.05"OD	4	6"~18"	
	61206	F64F	1.5"M	3/4"M	1/2"M	4"-8UN	1.25"D-GB	6	10"~24"	
Прямоточная регенерация	61210	F64D	2"M	1″M	1/2"M	4"-8UN	1.5"D-GB	10	10"~30"	
	61218	F77AS	2"M	1.5"M	3/4"M	4"-8UN	1.5"D-GB	18	24"~40"	
	61240	F112AS	DN65	DN65	3/4"M	DN80(Верх. ниж. дистр.)	1	40	36"~60"	Боковой монтаж
Авто. Умягчение	63502	F65	3/4"M	1/2"M	3/8"M	2.5"-8NPSM	1.05"OD	2	6"~12"	
Прямоточная регенерация	63504	F63	1"M	1/2"M	3/8"M	2.5"-8NPSM	1.05"OD	4	6"~18"	
	63505	F130	1"M	3/4"M	3/8"M	2.5"-8NPSM	1"D-GB	5	6"~22"	
	63508	F133	1.5"M	3/4"M	1/2"M	4"-8UN	1.25"D-GB	8	10"~30"	
	63510	F74	2"M	1″M	1/2"M	4"-8UN	1.5"D-GB	10	10"~30"	
	63515	F99	2"M	1.5″M	3/4"M	4"-8UN	1.5"D-GB	15	24"~40"	
	63518	F77A	2"M	1.5"M	3/4"M	4"-8UN	1.5"D-GB	18	24"~40"	

### Общая таблица данных по клапанам

Прямоточная регенерация	63520	F95A	2"M	1.5″M	3/4"M	2"М (Верх. ниж. дистр.)	1	20	24"~42"	Боковой монтаж
	63520	F111A	2"M	1.5"M	3/4"M	4"-8UN	1.5"D-GB	20	24"~42"	
	63540	F112A	DN65	DN65	3/4"M	DN80(Верх. ниж. дистр.)	1	40	24"~60"	Боковой монтаж
	63650	F96A	DN80	DN80		DN100(Bepx. ниж. дистр.)		50	24"~63"	Боковой монтаж
Авто. Умягчение	73502	F69	3/4"M	1/2"M	3/8"M	2.5"-8NPSM	1.05"OD	2	6"~12"	
Противоточная	73504	F68	1"M	1/2"M	3/8"M	2.5"-8NPSM	1.05"OD	4	6"~18"	
регенерация	73505	F92	1"M	3/4"M	3/8"M	2.5"-8NPSM	1"D-ANSI		6"~22"	
Авто. Умягчение	82602	F79	3/4"M	1/2"M	3/8"M	2.5"-8NPSM	1.05"OD	2	6"~12"	
	82602	F105	3/4"M	1/2"M	3/8"M	2.5"-8NPSM	1.05"OD	2	6"~12"	
Прямо и	82603	F97	3/4"M	1/2"M	3/8"M	2.5"-8NPSM	1.05"OD	3.5	6"~16"	
противоточная регенерация	82603	F136	1"M	1/2"M	3/8"M	<b>2.5</b> "-8NPSM	1.05"OD	3.5	6"~16"	
	82604	F82	1"M	1/2"M	3/8"M	2.5"-8NPSM	1.05"OD	3.5	6"~16"	
	17603	F73	1"M	1/2"M	3/8"M	2.5"-8NPSM	1.05"OD	3.5	6"~14"	
1 клапан	17606	F98	1″M	3/4"M	1/2"M	1"М (Верх. ниж. дистр.)	1	3.5	6"~22"	Боковой монтаж
2 емкости	17610	F88	1.5"M	1"M	1/2"M	1.5"М(Верх. ниж. дистр.)	1	10	10"~30"	Боковой монтаж
	17610	F135	1.5"M	1"M	1/2"M	4"-8UN	1.5"D-GB	10	10"~30"	
1 клапан	18601	F120	1"M	1/2"M	3/8"M	2.5"-8NPSM	1.05"OD	2	6"~12"	
3 емкости	18604	F118	3/4"M	1/2"M	3/8"M	2.5"-8NPSM	1.05"OD	3.5	6"~16"	

<u>Примечани</u>е: F-внутренняя резьба М-внешняя резьба винт OD-наружный диаметр D-GB номинальный диаметр. Старые модели в таблице — это модели, составленные в первые годы начал производства клапанов.