



ПЬЮР  ЛАЙТ

СОДЕРЖАНИЕ

КАТИОНИТЫ

C100.....	3
C100H.....	9
C104.....	15

АНИОНИТЫ

A100.....	21
A400.....	25
A845, 847.....	29

УДАЛЕНИЕ ОРГАНИКИ

A500P.....	35
A860.....	39
Первичная подготовка анионита Пьюролайт А860 для работы в органопоглотительном фильтре	41
Регенерация анионита Пьюролайт А860 при работе в органопоглотительном прямоточном фильтре.....	42

СУПЕРГЕЛИ

Марганцевый цеолит MZ10	47
-------------------------------	----

Пьюролайт C100

СИЛЬНОКИСЛОТНЫЙ
КАТИОНИТ
ДЛЯ ВОДОУМЯГЧЕНИЯ
И ОБЕССОЛИВАНИЯ

Технические данные

Описание продукта

ПЬЮРОЛАЙТ С100 представляет собой полистирол–дивинилбензолный сульфированный сополимер – катионит в виде сферических частиц, обладающий высокой обменной емкостью и полностью готовый к использованию, как в бытовых, так и промышленных системах водоподготовки. Катионит извлекает из воды ионы жесткости, такие как кальций и магний, заменяя их на ионы натрия. Как только емкость слоя смолы исчерпывается и на выходе наблюдается проскок ионов жесткости, обменную емкость восстанавливают поваренной солью. Восстановленная емкость в значительной степени зависит от количества использованной при регенерации соли. Пьюролайт С100 также способен удалять растворенные ионы железа и марганца по вышеприведенному механизму и задерживать взвешенные частицы благодаря фильтрующему эффекту слоя смолы.

ПЬЮРОЛАЙТ С100 может быть использован в системах водоподготовки для деминерализации, для чего первоначально он должен быть переведен в H^+ -форму раствором соляной или серной кислоты. (См. брошюру «Пьюролайт С100Н».)

Типовые физические, химические и технологические свойства

Структура полимерной матрицы	Полистирол, сшитый дивинилбензолом
Внешний вид	Полупрозрачные сферические частицы белого цвета
Количество целых частиц, %, не менее	90
Функциональные группы	Сульфогруппы
Ионная форма (в товарном продукте)	Na^+
Насыпной вес, г/л	850
Разброс частиц, мм	+1,2 <5%, -0,3 <5%
Коэффициент однородности	1,7 макс.
Содержание влаги, форма Na^+ , %	44—48
Обратимое набухание при переходе $Na^+ \rightarrow H^+$, %	4
Удельный вес, влажная Na^+ -форма, г/мл	1,29
Полная обменная емкость, Na^+ -форма:	
Влажный катионит, по объему г-экв/л, не менее	2,0
Сухой катионит, по весу	4,5
Максимальная рабочая температура, Na^+ -форма, °С, не более	140
Диапазон pH:	
Стабильности катионита	0-14
Работы в Na^+ -форме	0-14

Стандартные рабочие условия (водоумягчение, прямоточная регенерация)

Технологическая операция	Расход	Входящий поток	Время, мин	Общее количество
Процесс работы (фильтрация)	8–40 ОС*/час	Исходная вода	—	—
Взрыхляющая промывка	7–12 м/ч	Исходная вода (5–20°C)	5–20	1,5–4 ОС
Регенерация	2–7 ОС/час	8–20% NaCl	30–60	60–320 г соли на 1 л смолы
Отмывка (медленная)	2–7 ОС/час	Исходная или умягченная вода	30 (приблизительно)	2–4 ОС
Отмывка (быстрая)	8–40 ОС/час	Исходная или умягченная вода	30 (приблизительно)	3–10 ОС

При взрыхляющей промывке объем увеличивается на 50–75 %
Конструкционный запас на расширение слоя – 100 %

Примечание: Технологические параметры работы катионита в H^+ -форме см. в брошюре «Пьюролайт С100Н»
*ОС – объем слоя смолы, м³

Рабочие характеристики

Рабочие характеристики катионита Пьюролайт С100 работающего в Na^+ -форме зависят от:

- количества и концентрации использованного регенеранта;
- суммарной жесткости и содержания натрия в воде, поступающей на обработку;
- скорости потока воды через слой смолы;

Характеристики катионитов обычно оценивают по остаточной жесткости (сумма катионов Ca^{++} и Mg^{++}) в фильтрате, которая измеряется обычно в мг-экв/л.

Для нужд городского хозяйства, как правило, требуется высокая производительность установок по умягчению воды и одновременно низкие расходы на регенерацию, поэтому приемлемое качество воды достигается путем смешивания потока умягченной воды, содержание ионов жесткости в которой после умягчительных фильтров значительно ниже требуемых нормами, с потоком исходной необработанной воды. Для промышленного потребления используют умягченную воду с показателем жесткости порядка 0,1 мг-экв/л, что достигается регенерацией катионита поваренной солью при расходе соли 70–80 кг на 1 м³ смолы.

Если вода используется для подпитки обычного котла низкого давления, то показатель жесткости обработанной воды должен быть на уровне 0,02 мг-экв/л, что достигается удво-

ением количества регенеранта.

Проскок ионов жесткости в обычных рабочих условиях, как правило, не превышает величины 1% от общей жесткости воды, поступающей на умягчение, и не влияет на рабочую емкость катионита, если исходная вода содержит не более 25% одновалентных катионов (таких как Na^+).

При бытовом умягчении воды, такая низкая остаточная жесткость воды обычно не требуется, поэтому часто используются достаточно высокие скорости потока воды через фильтры, что незначительно влияет на рабочую емкость катионита. Однако, следует иметь в виду, что наиболее эффективное использование регенеранта достигается применением высоких концентраций поваренной соли и достаточного времени контакта регенеранта со слоем катионита. Процесс последующего вытеснения использованного регенеранта из слоя смолы должен проводиться достаточно медленно, в то время как окончательная отмывка от избытка соли осуществляется с обычной рабочей скоростью.

Рабочая емкость и средняя величина проскока могут быть вычислены при использовании данных, приведенных на рис. 3–6.

Гидравлические характеристики

Перепад давления (падения напора) через слой смолы зависит от распределения по размерам частиц смолы (гранулометрического состава), высоты фильтрующего слоя и объема пустот катионита, а также от скорости и вязкости (а, следовательно, и от температуры) поступающего потока. Любые другие условия, такие как, например, наличие взвешенных частиц в фильтрате, неадекватное уплотнение или нарушение гранулометрического состава (измельчение), неблагоприятно влияющие на приведенные выше параметры, приводят к увеличению перепада давления. Типовые зависимости перепада давления в слое катионита Пьюролайт С100 от скорости потока представлены на рис. 2. При обратной промывке катионита (взрыхляющей), снизу

близительно на 50–75% с целью удаления задержанных нерастворимых частиц, пузырьков воздуха и уплотнений, а также для максимально возможной отмытки от ионитовой мелочи для уменьшения гидродинамического сопротивления потоку. Взрыхляющая промывка должна проводиться с постепенным увеличением расхода воды для предотвращения выноса рабочих фракций катионита в начале отмытки. Расширение слоя увеличивается с увеличением скорости потока и уменьшается с увеличением температуры, как это показано на рис. 1. Необходимо предпринимать меры предосторожности, учитывая эти закономерности, во избежание потери рабочих фракций смолы в связи с избыточным расширением слоя.

Рис. 1. Зависимость величины расширения слоя смолы от скорости обратного потока и температуры

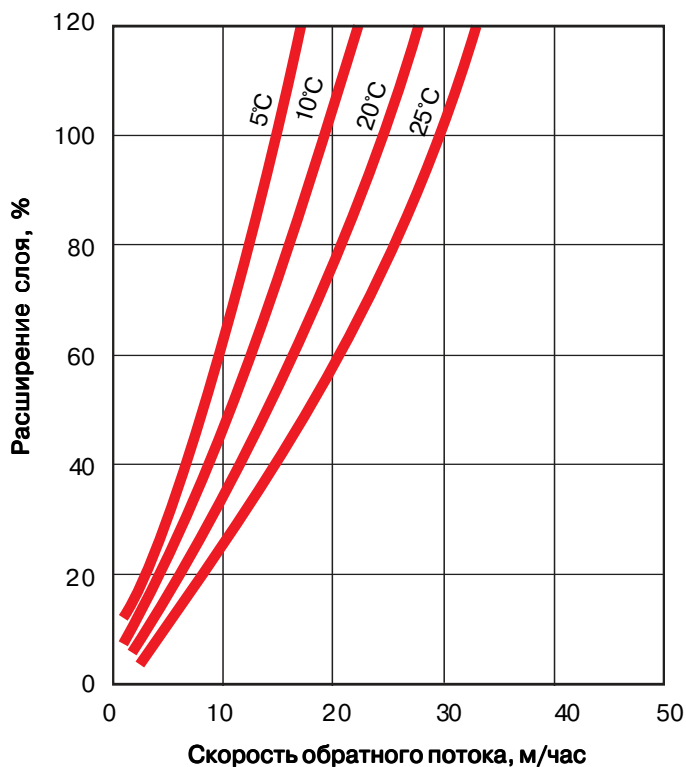
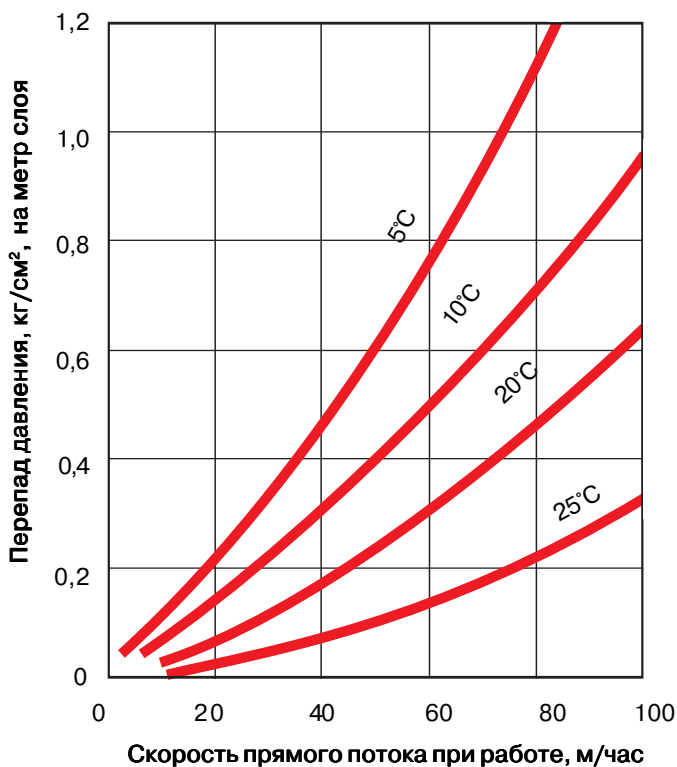


Рис. 2. Зависимость перепада давления от скорости фильтрования и температуры



Химическая стабильность

ПЬЮРОЛАЙТ С100 не растворим в разбавленных и средне концентрированных кислотах, щелочах и во всех обычных органических растворителях. Однако, присутствие значительных количеств свободного хлора, ионов гипохлорита или других сильных окислителей в течение длительного промежутка времени приводит к распаду сшивок в полимерной матрице. Это приводит к увеличению содержания влаги в смоле, уменьшению механической прочности частиц, а также к появлению в небольших количествах вымываемой органики – продуктов распада.

Как и большинство обычных полистирольных сульфированных смол, Пьюролайт С100 термически стабилен до температуры 150°C в солевой (например, натриевой, кальциевой или магниевой) форме. Катионит в H⁺-форме в заметной степени склонен к гидролизу в воде при температуре выше 120° С, что в конце концов приводит к уменьшению емкости смолы за счет постепенной замены функциональных групп на гидроксильные.

Расчет рабочей емкости смолы по водоумягчению

Если известны: удельный расход регенерирующего вещества на регенерацию катионита, качество воды, поступающей на умягчение и расход воды поступающей на фильтр, то

пользуясь рисунками 3–6 можно рассчитать рабочую емкость катионита и пропуск ионов жесткости в умягченную воду. Пример расчета по кривым приведен ниже.

Качество воды, поступающей на умягчение

Жесткость общая	8	мг-экв/л
Натрий (и одновалентные ионы)	2	мг-экв/л
СС (солесодержание)	10,0	мг-экв/л

Режим работы и регенерации

Удельный расход соли (NaCl)	160	г/л смолы
Рабочая скорость	25	м/час
Отключение на регенерацию при увеличении проскока жесткости на 0,1 г-экв/л по сравнению с величиной проскока жесткости в течение фильтроцикла		

Рабочая емкость

По рисунку 3 находим базовое значение рабочей емкости, C_6 , для значения удельного расхода соли 160 г/л. Оно равно 1,45 г-экв/л смолы.

По рисунку 4 находим коэффициент коррекции C_1 для расхода воды 25 м/час и солесодержания 10 мг-экв/л, который равен 0,96.

Расчетная рабочая емкость (C_p) будет равна

$$C_p = C_6 \times C_1 = 1,38 \text{ г-экв/л смолы.}$$

Умножив это значение на общепринятый коэффициент инженерного запаса 0,9, получим значение 1,25 г-экв/л, которое можно считать проектной рабочей емкостью.

Таким образом, общий (рабочий) пропуск жесткости $Ж_p$ будет равен:

$$Ж_p \times K_1 = 0,046 \text{ г} \times 1,1 = 0,05 \text{ мг-экв/л.}$$

Примечания:

Приведенные выше кривые основаны на предположении, что отключение на регенерацию производится при значении проскока жесткости, превышающем рабочий пропуск жесткости на 0,1 г-экв/л. При использовании других критериев расчета рабочая емкость будет несколько отличаться.

Кривые применимы только в тех условиях, когда содержание одновалентных ионов в исходной воде (выраженное в эквивалентных концентрациях) меньше или равно содержанию жесткости, в других случаях просим обращаться за дополнительной информацией в региональное представительство компании ПЬЮРОЛАЙТ.

Пропуск жесткости

По рисунку 5 определяем базовое для расчета значение пропуска жесткости ($Ж_6$) для удельного расхода соли 160 г/л смолы, которое составляет 0,046 мг-экв/л.

По рисунку 6 находим коэффициент коррекции по солесодержанию K_1 , который равен 1,1.

Рис. 3. Зависимость базовой (для расчета) рабочей емкости от удельного расхода соли при регенерации

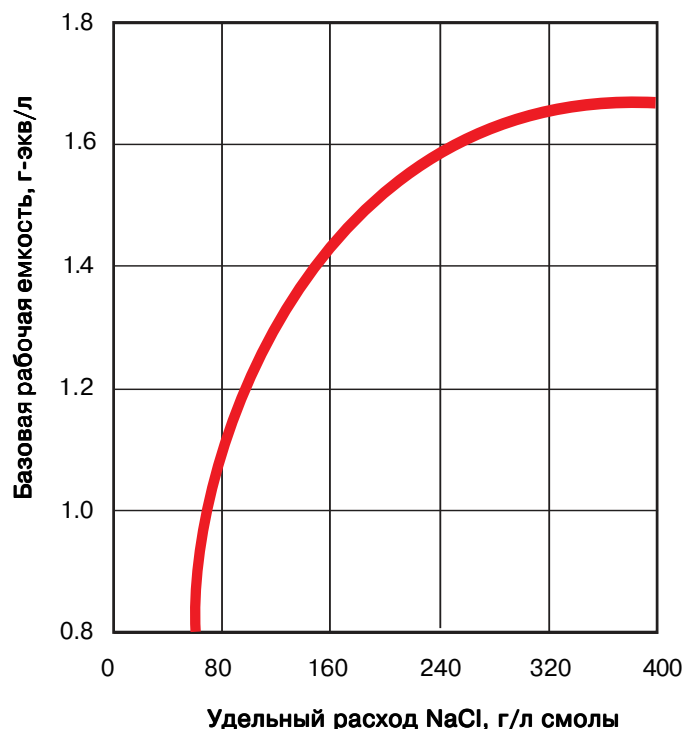


Рис. 4. Поправка на скорость потока при фильтровании и солесодержание исходной воды для расчета рабочей емкости

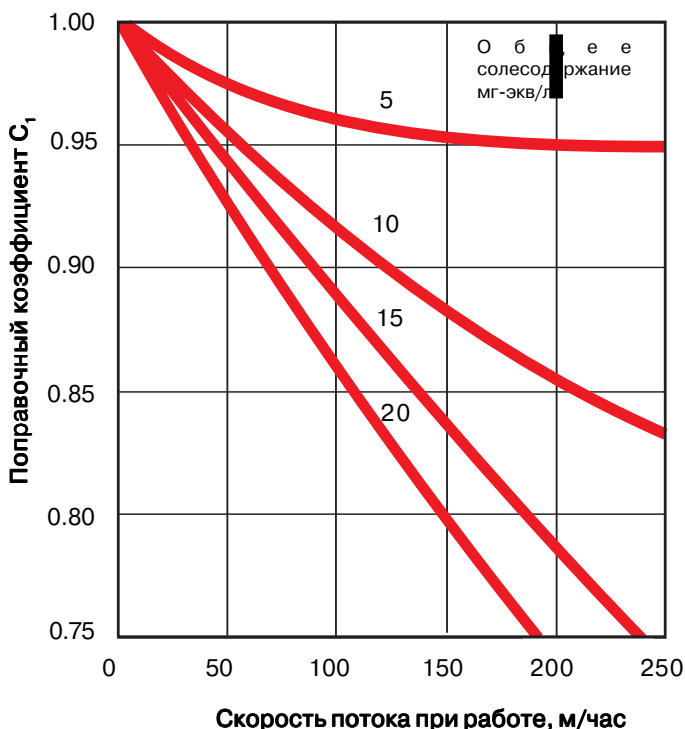


Рис. 5. Зависимость базового (для расчета) значения проскока жесткости от удельного расхода соли для регенерации

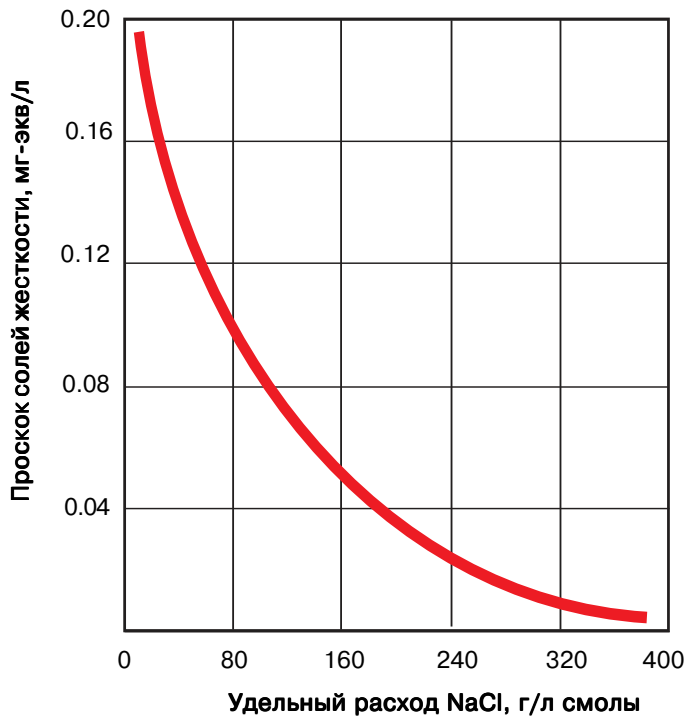
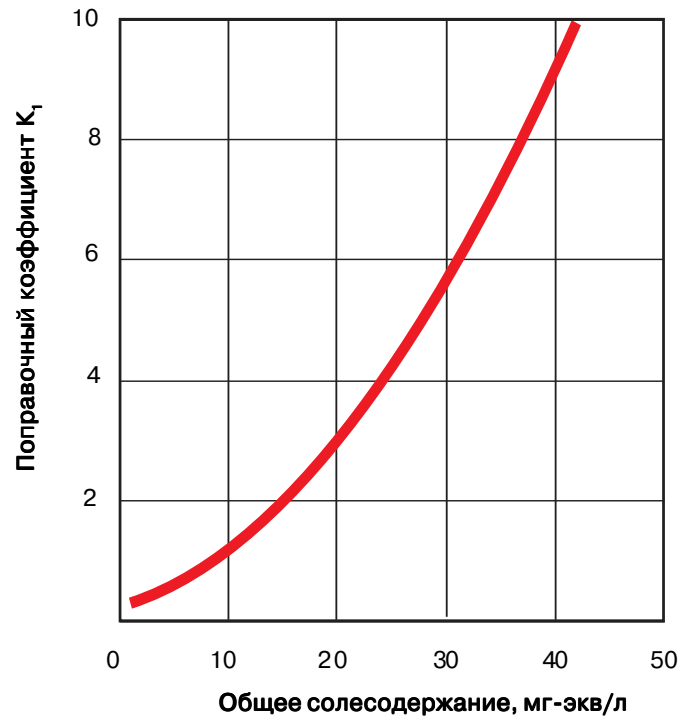


Рис. 6. Поправка на солесодержание исходной воды для расчета проскока жесткости



Пьюролайт С100Н

СИЛЬНОКИСЛОТНЫЙ
КАТИОНИТ
ДЛЯ ВОДОУМЯГЧЕНИЯ
И ОБЕССОЛИВАНИЯ

Технические данные

Описание продукта

ПЬЮРОЛАЙТ С100Н представляет собой катионит в H^+ - форме, в виде сферических частиц, полученный на основе сульфированного сополимера стирола и дивинилбензола, обладающий высокой обменной емкостью и полностью готовый к использованию как в бытовых, так и промышленных системах водоподготовки. Катионит извлекает из воды катионы такие как кальций, магний, натрия и др., заменяя их на ионы водорода. Восстановление емкости катионита после исчерпания обменной емкости проводят растворами кислот (в большинстве случаев соляной или серной). Восстановленная емкость зависит от количества использованной при регенерации кислоты. Пьюролайт С 100Н также способен удалять растворенные ионы железа и марганца по вышеприведенному механизму и задерживать взвешенные частицы благодаря фильтрующему эффекту слоя смолы.

Типовые физические, химические и технологические свойства

Структура полимерной матрицы	Полистирол, сшитый дивинилбензолом
Внешний вид	Полупрозрачные сферические частицы янтарного или темно-коричневого цвета
Количество целых частиц, %, не менее	90
Функциональные группы	Сульфогруппы
Ионная форма (в товарном продукте)	H^+
Насыпной вес, г/л	800
Разброс частиц, мм	+1,2 <5%, -0,3 <1%
Коэффициент однородности	1,7 макс.
Содержание влаги, форма H^+ , %	51—55
Обратимое набухание при переходе $Na^+ \rightarrow H^+$, %	5
Удельный вес, влажная Na^+ -форма, г/мл	1,29
Полная обменная емкость, H^+ -форма:	
Влажный катионит, по объему г-экв/л, не менее	1,8
Сухой катионит, по весу г-экв/л, не менее	4,9
Максимальная рабочая температура, Na^+ -форма, °С, не более	120
Диапазон pH:	нет

Стандартные рабочие условия (обессоливание, прямоточная регенерация)

Технологическая операция	Расход	Входящий поток	Время, мин	Общее количество
Процесс работы (фильтрация)	8—40 ОС*/час	Исходная вода	—	—
Взрыхляющая промывка	7—12 м/ч	Исходная вода (5-20°С)	5—20	1,5—3,5 ОС
Регенерация	1,6—6,5 ОС/час	0,5—5% H_2SO_4 или 4—10% HCL	30	64—160 г кислоты на 1 л смолы
Отмывка (медленная)	1,6—6,5 ОС/час	полностью или частично обессоленная вода	60 (приблизительно)	2—4 ОС
Отмывка (быстрая)	8—40 ОС/час	полностью или частично обессоленная вода	60 (приблизительно)	3—10 ОС

*ОС - объем слоя смолы, м³

Рабочие характеристики

При выборе кислоты для восстановления рабочей емкости катионита следует отдавать предпочтение соляной кислоте, что позволяет избежать выпадения солей кальция в слое смолы. Если же по каким-то причинам соляная кислота не может использоваться для регенерации катионита, то рекомендуется использовать серную кислоту. Однако при больших нагрузках фильтрующего слоя смолы по ионам кальция (например, на первых ступенях водоподготовительных установок, работающих на природной воде) возникает риск выпадения солей кальция в виде гипса в слое смолы при реге-

нерации. Для того, чтобы избежать подобного эффекта, рекомендуется использовать ступенчатую регенерацию, т.е. ступенчатое увеличение концентрации серной кислоты в процессе регенерации, причем на первой ступени регенерации концентрация кислоты должна быть минимальной (менее 2%), затем концентрация кислоты может быть увеличена. Рекомендуемая схема регенерации приведена в таблице 1.

Таблица 1. Ступенчатая регенерация серной кислотой

Суммарный удельный расход на регенерацию, г 100%-ной H_2SO_4 на 1 л смолы	Удельный расход на первой ступени регенерации, г 100%-ной H_2SO_4 на 1 л смолы	Удельный расход на второй ступени регенерации, г 100%-ной H_2SO_4 на 1 л смолы	Удельный расход на третьей ступени регенерации, г 100%-ной H_2SO_4 на 1 л смолы	Удельный расход на четвертой ступени регенерации, г 100%-ной H_2SO_4 на 1 л смолы
48	32	16	-	-
64	32	32	-	-
80	32	48	-	-
96	32	48	16	-
112	32	48	32	-
128	32	48	48	-
144	32	48	48	16
160	32	48	48	32

Пояснение к таблице. Если регенерация проводится с небольшим удельным расходом серной кислоты, например 48 г 100%-ной H_2SO_4 на 1 литр смолы, то регенерация проводится в две ступени, причем большая часть кислоты, из расчета 32 г 100%-ной H_2SO_4 на 1 литр смолы подается на фильтр с минимальной концентрацией, а меньшая часть кислоты, из расчета 16 г 100%-ной H_2SO_4 на 1 литр смолы, подается с обычной концентрацией. Если же регенерация проводится с большим удельным расходом серной кислоты, например 160 г 100%-ной H_2SO_4 на 1 литр смолы, то для ее проведения требуется не менее четырех ступеней повышения концентрации.

Гидравлические характеристики

Перепад давления (падения напора) через слой смолы зависит от распределения по размерам частиц смолы (гранулометрического состава), высоты фильтрующего слоя и объема пустот катионита, а также от скорости и вязкости (а, следовательно, и от температуры) поступающего потока. Любые другие условия, такие как, например, наличие взвешенных частиц в фильтрате, неадекватное уплотнение или нарушение гранулометрического состава (измельчение), неблагоприятно влияющие на приведенные выше параметры, приводят к увеличению перепада давления. Типовые зависимости перепада давления в слое катионита Пьюролайт С100 от скорости потока представлены на рис. 2. При обратной промывке катионита (взрыхляющей), снизу вверх, должно быть обеспечено расширение слоя смолы

приблизительно на 50—75% с целью удаления задержанных нерастворимых частиц, пузырьков воздуха и уплотнений, а также для максимально возможной отмывки от ионитовой мелочи для уменьшения гидродинамического сопротивления потоку. Взрыхляющая промывка должна проводиться с постепенным увеличением расхода воды для предотвращения выноса рабочих фракций катионита в начале отмывки. Расширение слоя увеличивается с увеличением скорости потока и уменьшается с увеличением температуры, как это показано на рис. 1. Необходимо предпринимать меры предосторожности, учитывая эти закономерности, во избежание потери рабочих фракций смолы в связи с избыточным расширением слоя.

Рис. 1. Зависимость величины расширения слоя смолы от скорости обратного потока и температуры

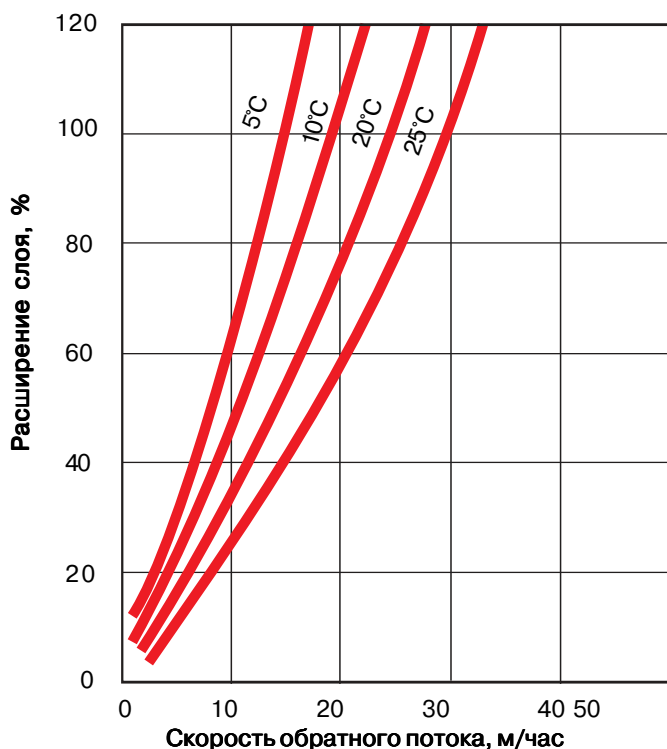
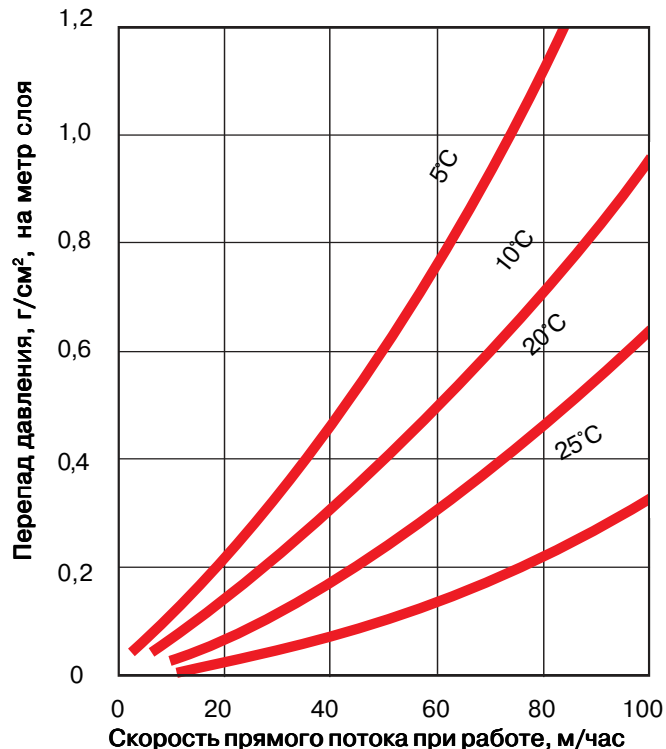


Рис. 2. Зависимость перепада давления от скорости фильтрования и температуры



Химическая стабильность

ПЬЮРОЛАЙТ С100Н не растворим в разбавленных и средне концентрированных кислотах, щелочах и во всех обычных органических растворителях. Однако, присутствие значительных количеств свободного хлора, ионов гипохлорита или других сильных окислителей в течение длительного промежутка времени приводит к распаду сшивок в полимерной матрице. Это приводит к увеличению содержания влаги в смоле, уменьшению механической прочности частиц, а также к появлению в небольших количествах вымываемой органики - продуктов распада.

Как и большинство обычных полистирольных сульфированных смол, Пьюролайт С100Н термически стабилен до температуры 120°C в солевой (например, натриевой, кальциевой или магниевой) форме. Катионит в H⁺-форме в заметной степени склонен к гидролизу в воде при температуре выше 120°C, что в конце концов приводит к уменьшению емкости смолы за счет постепенной замены функциональных групп на гидроксильные.

Расчет рабочей емкости смолы по удалению катионов

Если известны: удельный расход регенерирующего вещества на регенерацию катионита, качество воды, поступающей на обессоливание и расход воды поступающей на фильтр,

то, пользуясь рисунками 3—6 можно рассчитать рабочую емкость катионита. Пример расчета по кривым приведен ниже:

Качество воды, поступающей на обессоливание:

Катионы:		
Кальций	2	г-экв/л
Магний	2	г-экв/л
Натрий (и одновалентные ионы)	4	г-экв/л
Всего:	8	г-экв/л
Анионы:		
Бикарбонатная щелочность	3,2	г-экв/л
Хлориды	2,8	г-экв/л
Сульфаты	2	г-экв/л
Всего	8	г-экв/л

Режим работы и регенерации

Удельный расход кислоты (100%-ная H ₂ SO ₄)	86	г/л смолы
Рабочая скорость	24,5	м/час

Рабочая емкость

По рис. 3 находим базовое значение рабочей емкости, C_b , для значения удельного расхода кислоты 86 г/л. Оно равно 0,7 г-экв/л смолы. По рис. 7 находим коэффициент коррекции C_1 по скорости потока 24,5 м/час, который равен 1,0. По рис. 8 определяется коэффициент коррекции рабочей емкости по щелочности, который равен 1,07. Расчетная рабочая емкость (C_p) будет равна

$$C_p = C_b \times C_1 \times C_2 = 0,75 \text{ г-экв/л смолы}$$

Умножив это значение на общепринятый коэффициент инженерного запаса 0,9, получим значение 0,675 г-экв/л, которое можно считать проектной рабочей емкостью.

Зависимость рабочей емкости Пьюролайт С100Н от отношения катионов натрия к сумме катионов (в эквивалентных концентрациях) в исходной воде.

(Прямоточная ступенчатая регенерация H_2SO_4 . Солеосодержание исходной воды 4 мг-экв/л. Высота слоя 910 мм. Расход воды 16 ОС/час)

Рис. 3. Содержание Na^+ в исходной воде 0—50%

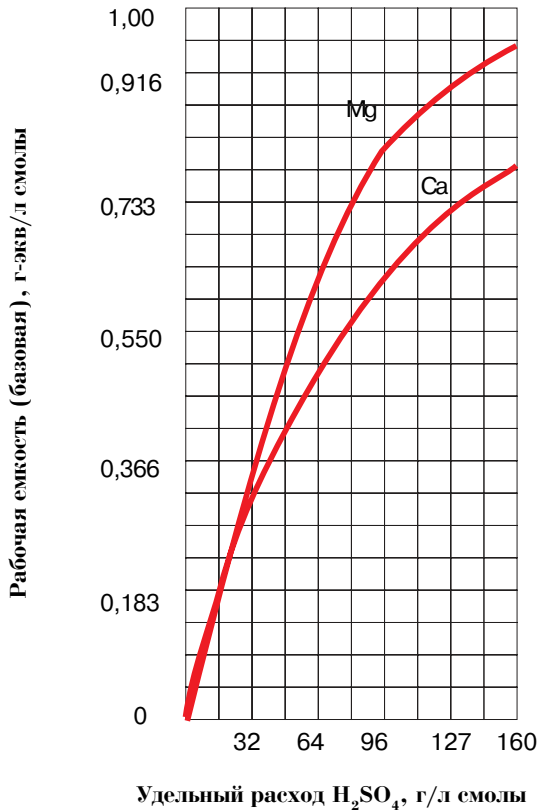


Рис. 4. Содержание Na^+ в исходной воде 70%

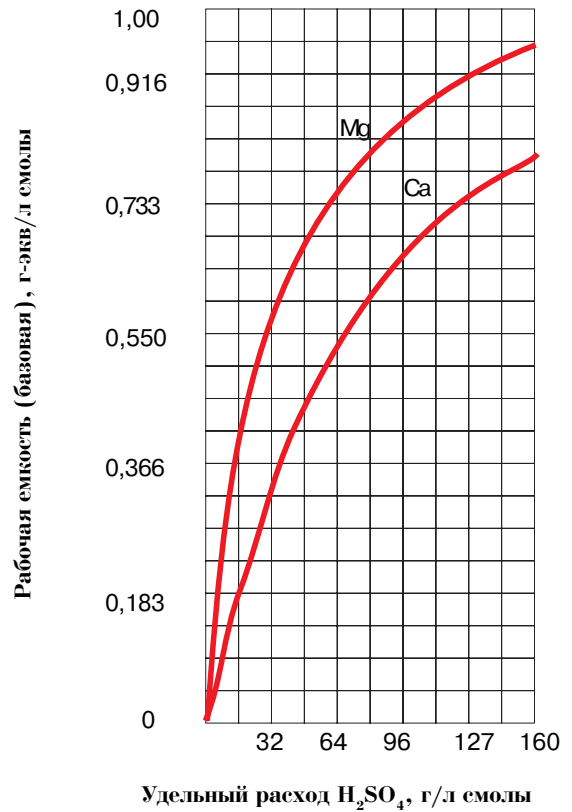


Рис. 5. Содержание Na^+ в исходной воде 85%

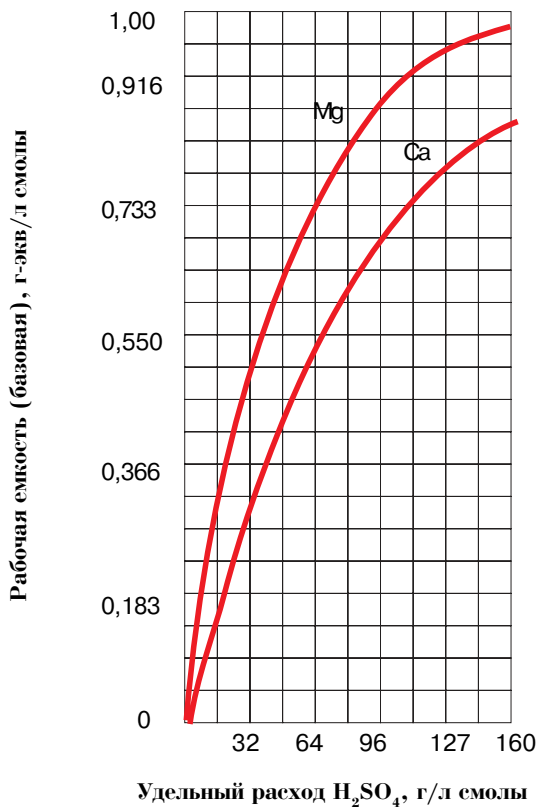


Рис. 6. Содержание Na^+ в исходной воде 100%

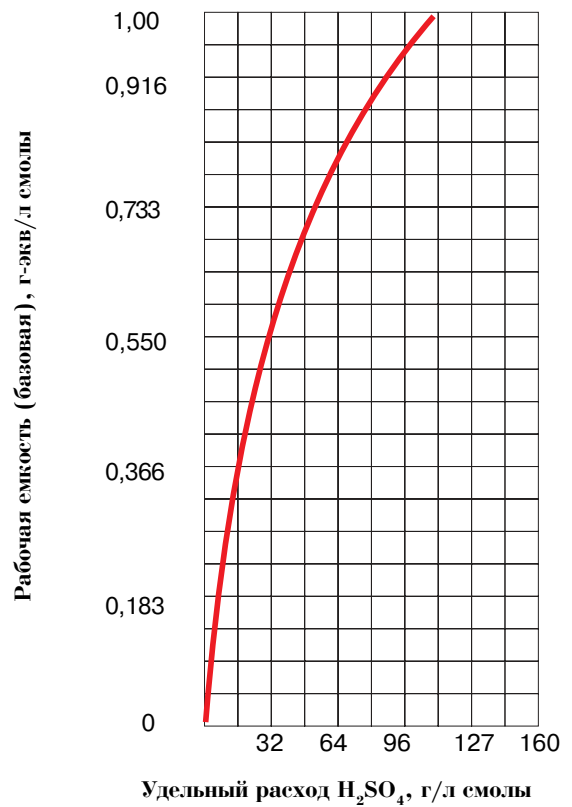


Рис. 7. Зависимость рабочей емкости от скорости потока

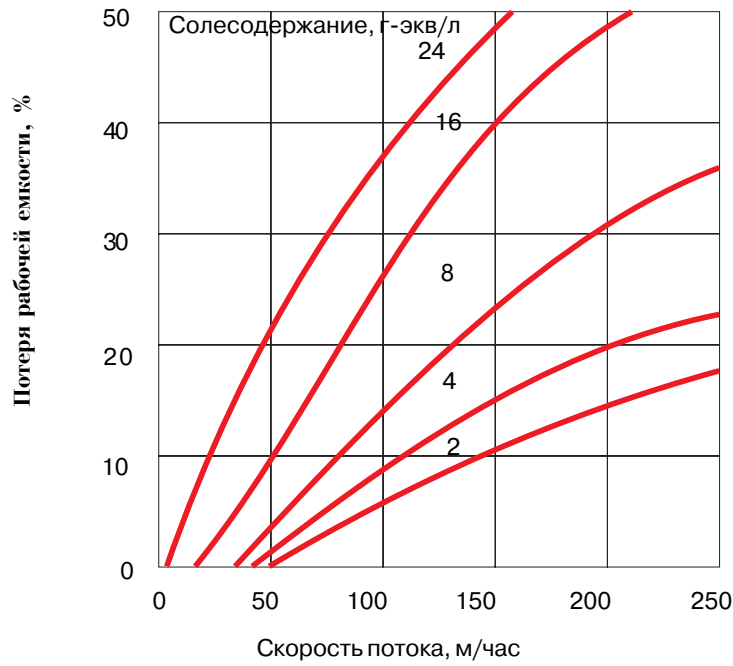
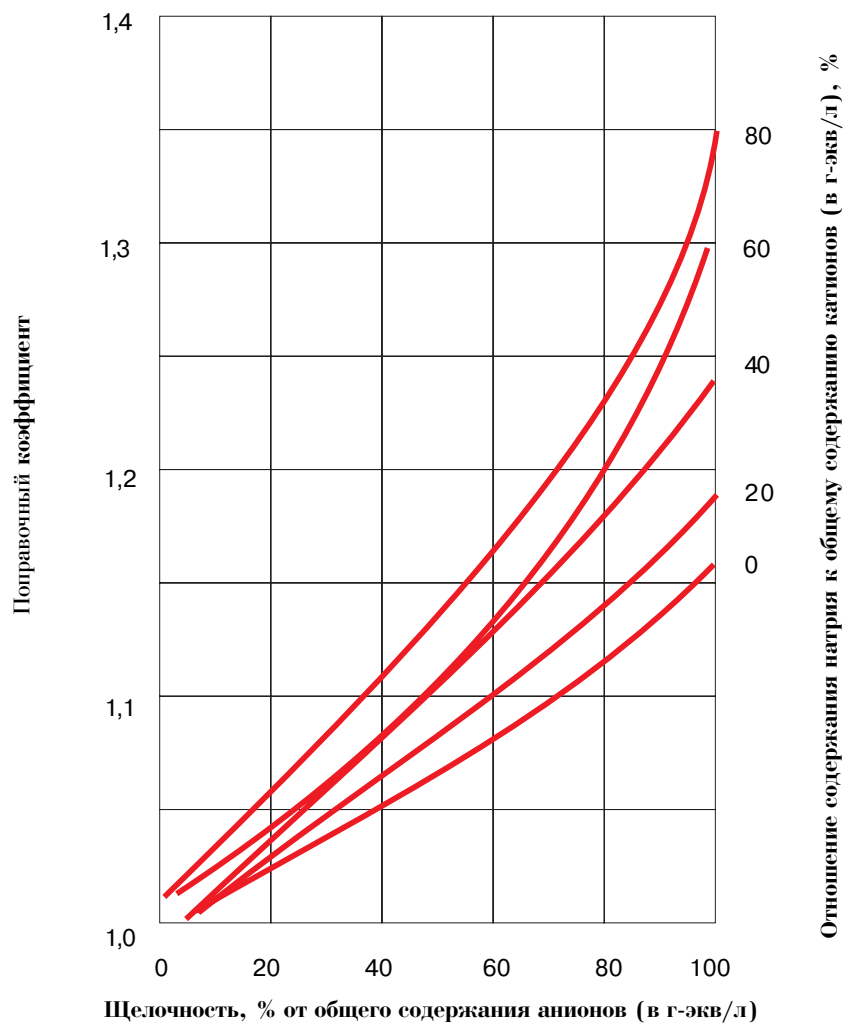


Рис. 8. Поправочный коэффициент для рабочей емкости на щелочность исходной воды.



Пьюролайт С104

СЛАБОКИСЛОТНЫЙ КАТИОНИТ
ДЛЯ ВОДОУМЯГЧЕНИЯ
И ОБЕССОЛИВАНИЯ
ВОДЫ И ВОДНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ
РАСТВОРОВ

Техническая характеристика

Описание продукта

Пьюролайт С104 представляет собой гелевый полиакриловый слабокислотный катионит. Функциональная группа карбоксильного типа обеспечивает высокую химическую эффективность во многих технологиях. Катионит Пьюролайт С104 характеризуется хорошей скоростью ионного обмена. Основной областью использования катионита является удаление щелочности и умягчение воды. Использование Пьюролайт С104 снижает ионную нагрузку на последующий фильтр с сильнокислотным катионитом, объем которого может быть соответственно уменьшен. Так как плотность Пьюролайт С104 меньше, чем плотность обычных сильнокислотных катионитов, он является идеальным материалом для использования в наложенных слоях (типа DOUBLITE) и может быть экономично регенерирован противотоком. Катионит может быть использован для селективного извлечения переходных металлов из водных растворов. Катионит нерастворим в щелочах, кислотах и во всех обычных органических растворителях. Отличные физико-механические свойства катионита часто позволяют использовать его там, где обычно используются макропористые смолы. Например, Пьюролайт С104 может быть успешно использован при повышенных температурах для обработки сахаров. Однако, если есть необходимость использовать смолу, в процессе, где она переходит из кислотной формы в высоконабухающую форму щелочных металлов (например для обработки аммиачных конденсатов или для умягчения воды с высоким содержанием), мы рекомендуем использовать макропористый акриловый слабокислотный катионит Пьюролайт С106.

Использование слабокислотных катионитов акрилового типа в специальных процессах, включая обработку сбросных вод с целью уменьшения воздействия их на окружающую среду, в настоящее время постоянно расширяется.

Типичные физические, химические и рабочие свойства

Структура полимерной матрицы	Акрил - дивинилбензолный
Внешний вид	Непрозрачные сферические частицы
Количество целых частиц, %, не менее	95
Функциональные группы	R - COOH
Ионная форма (в товарном продукте)	Na ⁺
Разброс частиц, мм	+1,2 <5%, -0,3 <1%
Содержание влаги, форма H ⁺ , %	45—55
Обратимое набухание при переходе, %	
H ⁺ -> Na ⁺	85
H ⁺ -> Ca ²⁺	20
H ⁺ -> Ca ²⁺ рабочее	7
Удельный вес, влажная H ⁺ -форма, влажный катионит г/мл	1,18
Удельный вес, влажная Ca ²⁺ -форма, влажный катионит г/мл	1,20
Полная обменная емкость, H ⁺ - форма:	
Влажный катионит, по объему г-экв/л, не менее	4,2
Сухой катионит, по весу г-экв/л, не менее	1,20
Максимальная рабочая температура, H ⁺ -форма, °C, не более	120
Диапазон pH:	
Стабильности катионита (H ⁺ и Na ⁺ форма)	0-14
Рабочее значение	5-14

Стандартные рабочие условия (обессоливание, прямоточная регенерация)

Вид операции	Раствор	Расход	Время, минуты	Объемы
Процесс фильтрации	Исходная вода	8—40 объемов смолы в час (ОС*/час)	—	—
Промывка противотоком	Исходная вода (20° С)	7—12 м/час (м ³ /час на площадь слоя, м ²)	5—20	2—8 ОС
Регенерация	1—4% HCl 0,5—1% H ₂ SO ₄	4—8 ОС/час 8—20 ОС/час	30—45	100—120% от теоретического кол-ва
Медленная промывка	Исходная вода или вода после катионитового фильтра	Как при регенерации	15	2—4 ОС
Быстрая промывка	Исходная вода или вода после катионитового фильтра	8—40 объемов смолы в час (ОС*/час)	15	3—6 ОС/час
Расширение слоя при промывке противотоком 50—75%		Конструктивный запас на расширение 100%		Минимальная высота слоя - 700 мм

*ОС - объем слоя смолы, м³

Регенерация

Когда емкость смолы С104 полностью исчерпана на поглощение катионов жесткости, оптимальным путем проведения регенерации является использование соляной кислоты, которая позволяет избежать выпадения твердых осадков в слое смолы. Однако, если соляная кислоты нет в наличии или же стоимость регенерации высока, можно использовать серную кислоту. Рабочая емкость и качество обработанной воды после регенерации существенно не меня-

ются, если концентрация серной кислоты поддерживается меньше 0,8%. Дополнительно можно использовать «пошаговую» регенерацию. Это позволяет уменьшать объемы используемого регенеранта и соответственно немного снижать расход кислоты на нейтрализацию щелочности используемой в регенерации воды. Максимальная концентрация серной кислоты на «пошаговую» регенерацию составляет

1,5%. Такая высокая концентрация кислоты должна быть использована во второй (заключительной) стадии при пошаговой регенерации. Концентрации, превышающие 1,5% могут

быть использованы там, где нагрузка по жесткости (особенно по ионам кальция) невелика.

Гидравлическая характеристика катионита

Рис. 1 Расширение слоя в зависимости от скорости потока

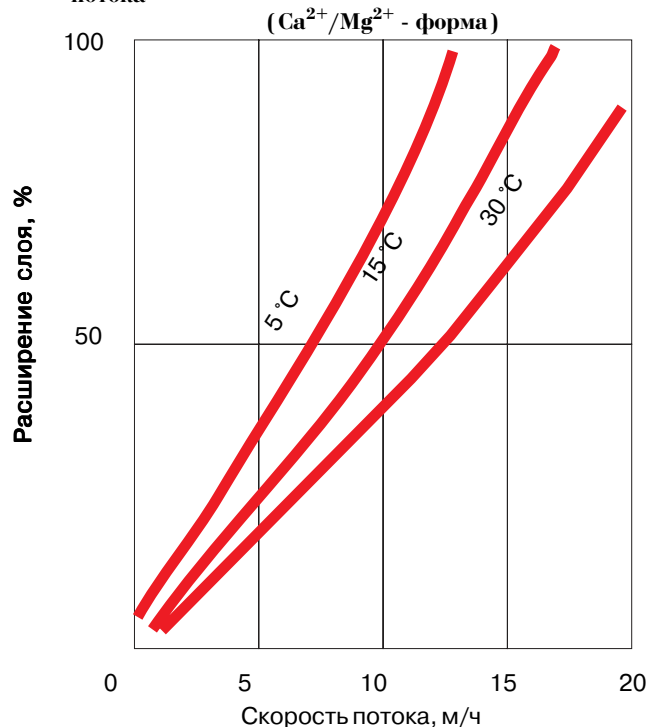
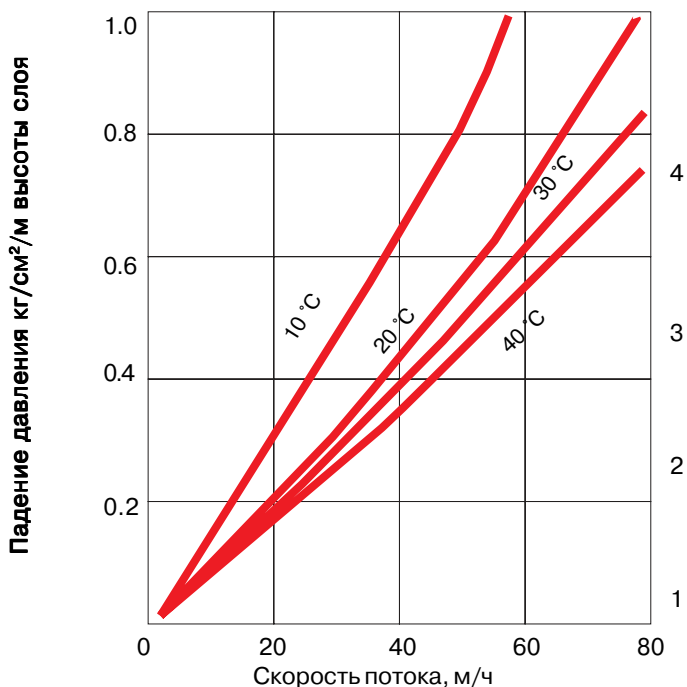


Рис. 2 Перепад давления по слою в зависимости от скорости потока



Перепад давления (падения напора) через слой смолы зависит от распределения по размерам частиц смолы (гранулометрического состава), высоты фильтрующего слоя и объема пустот катионита, а также от скорости и вязкости (а, следовательно, и от температуры) поступающего потока. Любые другие условия, такие как, например, наличие взвешенных частиц в фильтрате, неадекватное уплотнение или нарушение гранулометрического состава (измельчение), неблагоприятно влияющие на приведенные выше параметры, приводят к увеличению перепада давления. Типовые зависимости перепада давления в слое катионита Пьюролайт С104 от скорости потока представлены на рис. 2. При обратной промывке катионита (взрыхляющей), снизу вверх, должно быть обеспечено расширение слоя смолы приблизительно на 50—75% с целью удаления задержанных нерастворимых частиц, пузырьков воздуха и уплотнений, а так-

же для максимально возможной отмывки от ионитовой мелочи с целью уменьшения гидродинамического сопротивления потоку. Взрыхляющая промывка должна проводиться с постепенным увеличением расхода воды для предотвращения выноса рабочих фракций катионита в начале отмывки. Расширение слоя увеличивается с увеличением скорости потока и уменьшается с увеличением температуры, как показано на рис. 1 (для истощенной Ca²⁺/Mg²⁺ формы). Расширение слоя смолы в H⁺-форме в общем случае выше на 10—15% для данного расхода, а для смолы в более набухшей Na⁺ форме требуется увеличение скорости потока на 50% для достижения схожего расширения слоя. Должны быть приняты меры предосторожности во избежание потери катионита в связи с избыточным расширением слоя.

Свойства слабокислотных катионитов

Использование слабокислотных акриловых смол заметно отличается от использования сильнокислотных катионитов, которые обладают практически постоянной емкостью по обмену катионов в широком интервале pH. Рабочий диапазон pH слабокислотных катионитов ограничен, в отличие от сильнокислотных катионитов. Слабокислотным катионитам необходимы более низкие удельные расходы регенерантов. Количество кислоты, необходимые для регенерации сильнокислотных катионитов до H⁺-формы, достаточно велики, особенно, когда катиониты сорбируют поливалентные ионы, обладающие высокими степенями сродства. В свою очередь, карбоксильные группы почти полностью деионизированы в слабокислых или нейтральных растворах. В чистой воде товарная монофункциональная смола Пьюролайт С104 содер-

жит менее сотой доли ионизированных карбоксильных групп, которые дают гидратированный протон. В то же время катионит Пьюролайт С104 при определенных условиях проявляет очень высокую селективность к поливалентным ионам и ведет себя как хелатная смола по отношению к таким катионам как Fe⁺⁺⁺, UO₂⁺⁺ или Cu⁺⁺, катионит может быть легко регенерирован количеством кислоты близким к стехиометрии с получением концентрированного элюата, благодаря высокой эффективности химической регенерации.

Подобные слабокислотные катиониты нашли широкое применение в удалении органических кислот из сахарных сиропов, а также для удаления минеральных кислот на первой (катионной) ступени ступенчатой деминерализации. Хорошо известно, что использование подобных смол уменьшает соответствующую ионную нагрузку на последующий слой высокоосновной анионообменной смолы и, следовательно, позволяет получать воду более высокого качества без увеличения расхода регенеранта. Менее известно то, что подобные смолы могут уменьшать нагрузку на соответствующие сильнокислотные катиониты в многослойных фильтрах, так как многие источники для питьевой воды содержат достаточное количество поливалентных ионов, часто ассоциированных с бикарбонатной щелочностью.

В водородной форме Пьюролайт С 104 устраняет все ионы жесткости (М), связанные бикарбонатом по реакции:



Вытесняемый катионами жесткости водородный катион образует с анионом бикарбоната очень слабую кислоту, которая препятствует созданию очень низких значений pH в зоне ионного обмена, и тем самым поддерживает слабокислотный катионит в ионизованном состоянии только до тех пор, пока в воде присутствуют бикарбонат-ионы (или ионы других очень слабых кислот). Катионы жесткости, связанные в исходной воде с анионами сильных минеральных кислот, слабокислотным катионитом не удаляются, т.к. образующиеся в процессе ионного обмена сильные кислоты препятствуют ионизации слабокислотного катионита.

В натриевой форме катионит проявляет большую, по сравнению с сильнокислотными катионитами, селективность по кальцию:



Регенерация исчерпанной формы катионита идет практически по стехиометрии:



Основные области применения

Пьюролайт С104 является слабокислотным катионитом, который специально подготовлен и очищен для того, чтобы удовлетворять стандартам по вкусу и запаху обработанных растворов пищевых веществ и питьевой воды. Такие смолы могут быть использованы сразу после хранения с минимальным подготовительным периодом и могут быть использованы без какой-либо дополнительно обработки в процессе и в процессе непрерывной эксплуатации. Однако, следует обязательно отметить, что исходя из соображений здоровья и безопасности, не разрешается обработка токсичных источников более той степени, что разрешена соответствующими правилами (FDA и FIRA). Также необходимо следить за сохранением высокого качества регенерантов.

Воздействие сильных окислителей приводит к необратимым разрушениям катионита. Уровень содержания окислителей должен быть сведен к минимуму.

В промежутках между рабочими циклами смола должна находиться в полностью регенерированной форме под слоем воды.

Также выпускаются различные рассевы этого катионита для различных технологических процессов. Эти специальные рассевы включают в себя Пьюролайт С104DL, который используется в наложенных слоях (типа DOUBLITE). Пьюролайт С104DL располагается перед слоем смолы Пьюролайт С100DL, или Пьюролайт С100x10DL. Такое технологическое решение оптимизировано для удаления жесткости, связанной с высоким содержанием бикарбонатной щелочности. Наиболее оптимальный дизайн использует регенерацию противотоком с помощью разбавленной кислоты. Также возможно использование специального коллектора для отдельной регенерации двух составляющих слоев. Дизайн Пьюролайт DL специально подобран для облегчения разделения при промывке противотоком. Для удаления ионов из сахарных сиропов предлагается использовать Пьюролайт С104S, а для работы при высоких скоростях потоков рекомендуется использовать Пьюролайт С104С.

Стандартные рассевы чаще всего используют для умягчения или деминерализации воды несколькими разными технологиями, которые более детально обсуждаются ниже.

Рабочая емкость

При ионообменной обработке воды рабочая емкость фильтров со слабокислотным карбоксильным катионитом определяется рядом параметров. Степень влияния каждого параметра зависит от технологического процесса, в котором используется данный катионит. Для удобства технологические процессы могут быть определены, как

- a** удаление щелочности
- b** частичное удаление катионов
- c** умягчение в кислотном цикле (удаление временной жесткости с заменой катиона жесткости на водородный катион)
- d** умягчение в натриево-цикле (удаление временной жесткости с заменой катиона жесткости на катион натрия)

Первый и наиболее важный набор параметров связан с водой, поступающей на обработку и самими условиями обработки. Ионный состав (и в особенности pH), температура и скорость потока являются независимыми параметрами.

Ионный состав описывается понятиями «общая жесткость» и «временная жесткость» (последняя известна как «бикарбонатная щелочность»), и «эквивалентная минеральная кислотность», которая на самом деле является долей катионов, ассоциированных с анионами сильных или «минеральных» кислот. Суммарная «щелочность» воды, поступающей на обработку, является независимым параметром, обусловлен-

ными ионами гидрооксита и карбоната, а также бикарбонатом. В случае деалкализации (удалении щелочности), рабочая емкость обычно берется с учетом 10% проскока исходной щелочности.

На рис. 4 представлена зависимость рабочей емкости по удалению ионов металлов, ассоциированных с щелочностью, как функции тесно связанной с соотношением общая жесткость/щелочность (α). Такая зависимость возникает благодаря тому, что смола более селективна к ионам жесткости, чем к ионам моновалентных металлов; именно это свойство определяет природу хроматографического фронта (узкий или размытый) в любом колонном процессе сорбции или разделения. Соотношение α определяет, будет ли бикарбонатный фронт,двигающийся вниз по колонне, ассоциирован с щелочными металлами или же с щелочноземельными металлами (натрий или кальций + магний в обычных источниках воды). Последний случай дает более узкий фронт, т.к. равновесие более предпочтительно.

Как видно из рис. 3, небольшие изменения в составе исходной воды, и, следовательно, изменения величины α , могут приводить к непредсказуемым результатам. Однако, при использовании уровня регенерации около 105% от *средней* рабочей емкости, получаемый результат стабилен благодаря повышенной эффективности процессов регенерации и работы смолы. Поправки на скорость потока и температуру воды приводятся ниже.

Рис. 3 Зависимость рабочей емкости катионита от соотношения общая жесткость/щелочность (20°C, расход 15 ОС/ч, щелочность исходной воды 4 г-экв/л)

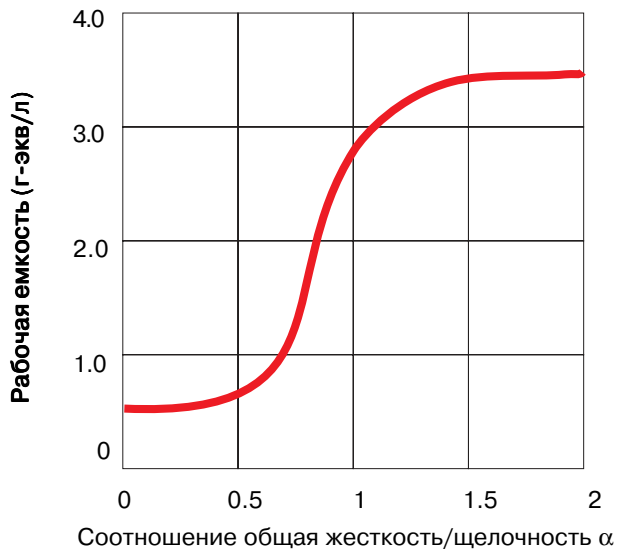
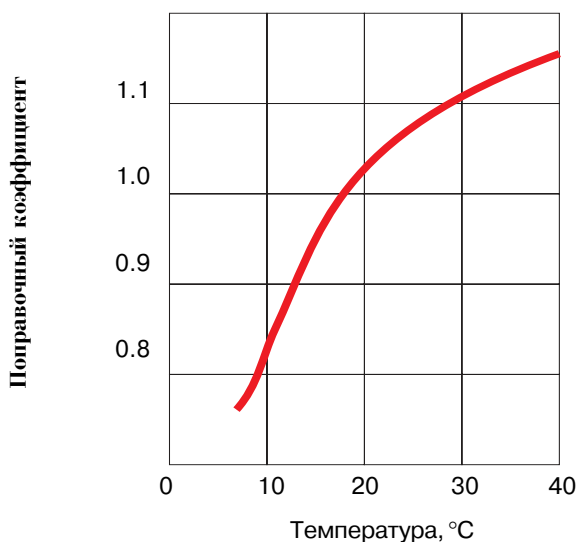


Рис. 4 Поправочный коэффициент по температуре



Удельные расходы регенерирующих веществ

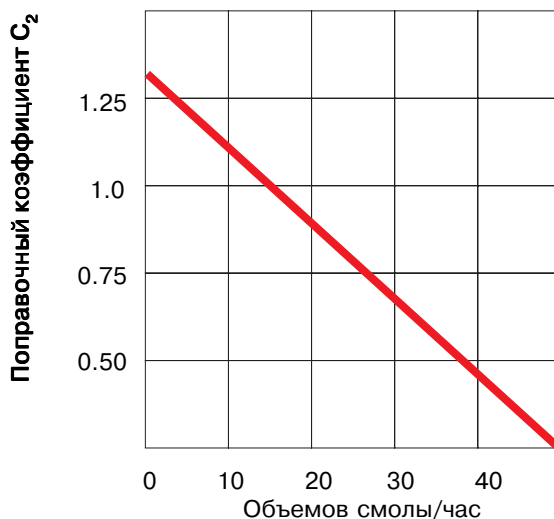
Если Q - рабочая емкость катионита, выраженная в граммах-эквивалента на литр, то необходимое для регенерации количество 100%-ной соляной кислоты будет равно 38,3 г на литр смолы, а 93%-ной серной кислоты - 55,37 г на литр смолы.

Если для регенерации используется серная кислота, то во избежание выпадения гипса в слое катионита рекомендуется использовать наименьшие концентрации серной кислоты и по возможности высокие линейные скорости регенерационных потоков. По этой же причине недопустимо оставлять частично регенерированную смолу в присутствии серной кислоты. Если в качестве регенерирующего вещества предполагается использовать азотную кислоту, пожалуйста, обратитесь за консультацией в группу технического сервиса Пьюролайт.

Необходимо отметить, что более высокие рабочие емкости могут быть получены в зависимости от допустимых уровней проскоков катионов в фильтрат. Так частичное удаление катионов (смотри выше п. b) может давать рабочую емкость до 20% выше, чем стандартное удаление щелочности. Это обусловлено тем, что проскок щелочности будет сопровождать избыток проскока катионов.

Если целью обработки воды является удаление солей жесткости, то использование слабокислотного катионита должно рассматриваться в качестве альтернативного процесса стандартному водоумягчению. Его свойством является снижение общего солесодержания на величину временной жесткости. После слабокислотного катионита можно получать воду более подходящую для определенных процессов отмывки и стирки, чем вода, полученная традиционными методами водоумягчения. В случаях, когда отношение α меньше единицы, Пьюролайт С104 будет удалять жесткость до низких пределов и производить воду с pH 3,5—8 при регенерации кислотой в соответствии с вышеизложенным. Рабочая емкость в этом случае может достигать 3 г-экв/л смолы (в зависимости от α , но при этом она должна быть скорректирована по скорости потока и температуре). Эта технология названа "умягчением в кислотном цикле" (смотри выше п. c). В слу-

Рис. 5 Поправочный коэффициент по скорости потока на водообработку



чае, когда α больше единицы, возможно только частичное умягчение (удаление временной жесткости). Для получения постоянной степени удаления жесткости, обычно дополнительно используют фильтр с Пьюролайт С100, следующий за умягчением в кислотном цикле. Рабочая емкость в этом случае будет складываться из рабочей емкости в процессе деалкализации и стандартного умягчения на сильнокислотном катионите в Na-форме.

С другой стороны, полное удаление солей жесткости может быть достигнуто на единичном фильтре слабокислотного катионита при использовании двухстадийной регенерации. Истощенная смола сначала регенерируется относительно высоким удельным расходом кислоты (150 г/л) и

за этим следует регенерация карбонатом натрия (160 г/л) (смотри выше п.д).

Умягчение в натриевом цикле требует, чтобы отрегенированная в водородную форму смола была переведена для работы в натриевую форму. Так как Пьюролайт С104 имеет достаточно большую степень набухания при переходе из водородной в натриевую форму (около 85%), смола не может быть рекомендована в качестве оптимальной для работы в этом процессе. Для процесса глубокого умягчения в натриевом цикле рекомендуется использовать слабокислотный катионит Пьюролайт С106 (степень набухания при переходе H → Na около 60%).

Пьюролайт А100

МАКРОПОРИСТЫЙ
СЛАБООСНОВНЫЙ АНИОНИТ
ДЛЯ ОБЕССОЛИВАНИЯ ВОДЫ

Описание продукта

Пьюролайт А100 представляет собой слабоосновный анионит с третичной функциональной группой макропористого типа, используемый в основном в паре с высокоосновным анионитом. Благодаря своей структуре, эта смола обладает отличной физико-механической, химической и осмотической стабильностью, проявляет хорошую емкость по удалению высокомолекулярной органики во время фильтроцикла. Поглощаемая органика легко вымывается со смолы в процессе регенерации и, таким образом, Пьюролайт А100 осуществляет отличную защиту высокоосновной смолы, обычно размещаемой далее по схеме, от органического отравления. Смола показывает хорошие отмывочные характеристики и весьма высокую рабочую емкость в водах с высоким содержанием солей. В то время как в серии слабоосновных смол Пьюролайт существуют другие, специально созданные смолы, Пьюролайт А100 является наиболее часто употребляемым анионитом. Смола Пьюролайт А100DL специально подобранного грансостава рекомендуется к использованию в паре со смолами Пьюролайт А250DL и А450DL в наложенных слоях DOUBLITE.

Регенерация

Рекомендуется использовать количество регенеранта, составляющее 115% от существующей в процессе работы емкости смолы в случае обработкой NaOH, 150% при использовании NH₃ и 200% при использовании NaHCO₃. В том случае, когда поступающая вода содержит значительное количество органики и в системе не предусмотрена «ловушка органики» (сквенджер), приведенные выше цифры рекомендуется увеличить на 20%. Это относится к случаю, когда соотношение потребного кислорода по «перманганатному» методу, измеренное в мг/л (4 ч при 27°C), к сумме анионов минеральных кислот, измеренное в мг-экв/л, меньше 20.

Типовые физические, химические и технологические свойства

Структура полимерной матрицы	Полистирол, сшитый дивинилбензолом
Внешний вид	Непрозрачные сферические частицы белого цвета
Количество целых частиц, %, не менее	95
Функциональные группы	Третичный амин
Ионная форма (в товарном продукте)	Свободное основание (FB)
Насыпной вес, г/л	845—675
Разброс частиц, мм	+1,2 <5%, -0,3 <1%
Содержание влаги, форма Cl ⁻ (свободное основание), %	53—60 (47—55)
Обратимое набухание при переходе, свободное основание -> Cl ⁻ , %, не более	20
Удельный вес, влажный анионит свободное основание, г/мл	1,03
Полная обменная емкость, (свободное основание):	
Влажный анионит, по объему г-экв/л, не менее	1,3
Сухой анионит, по весу г-экв/л, не менее	3,9
Высокоосновная емкость, %	10—20 от общей емкости
Максимальная рабочая температура	
форма Cl ⁻ , °C, не более	100
свободное основание, °C, не более	
Диапазон pH:	
Стабильности анионита	0—14
Рабочий диапазон	0—9

Стандартные рабочие условия (обессоливание, прямоточная регенерация)

Операция	Расход, ОС*/ч	Раствор	Время, мин	Объем, ОС*
В процессе работы	8—40	Вода после катионитового фильтра	—	—
Взрыхление	3—6 м/ч (при 10—20°C)	Вода после катионитового фильтра	5—20	1—4
Регенерация	2—8	4% NaOH	30—60	40—80 г/л смолы
		или 4% NH ₃	30—60	40—80 г/л смолы
		или 6% NaHCO ₃	30—60	60—130 г/л смолы
Медленная отмывка	2—8	Вода после катионитового фильтра или обессоленная вода	30—60	2—8
Быстрая отмывка	10—40	Вода после катионитового фильтра или обессоленная вода	10—30	4

* Объем слоя смолы, м³

Химическая стойкость

Анионит Пьюролайт А100 не растворим в кислотах, щелочах и во всех обычных растворителях. Сам анионит термически стабилен как во всех солевых формах, так и форме свободного основания, но четвертичные аминогруппы нестабильны, поэтому не рекомендуется использование температур выше 60°C в процессе обессоливания. Также следует отме-

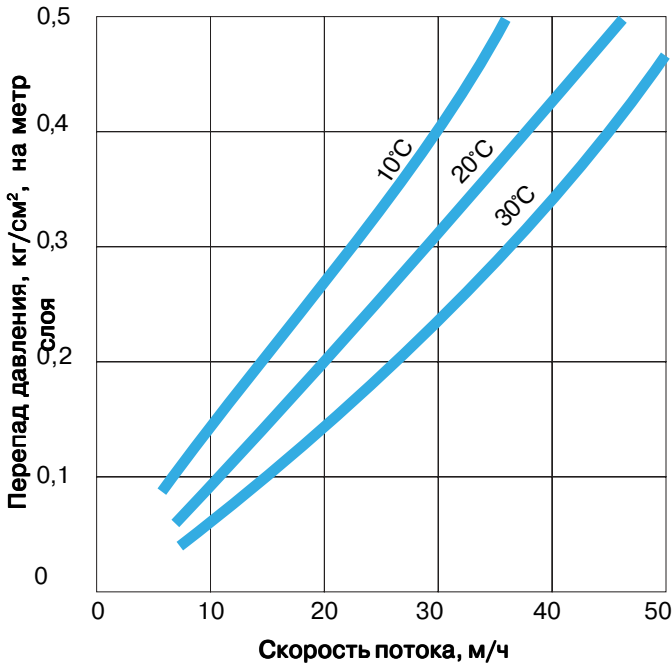
тить, что длительное воздействие свободного хлора при концентрации последнего выше 2 мг/л (или 200 мг/л за 24 ч), или некоторых других окислителей, таких как пероксиды, приводит к уменьшению рабочей емкости смолы за счет протекающей химической реакции окисления.

Гидравлические характеристики

Перепад давления (падение напора) через правильно классифицированный слой смолы (т.е. подобранное распределение по гранулометрическому составу) зависит от распределения по размеру частиц смолы, высоты и объема пустот («мертвого пространства») анионита, а также от скорости и вязкости (а значит, и от температуры) поступающего потока. Любые другие условия, такие как, например, наличие взвешенных частиц, неадекватное уплотнение или неполная клас-

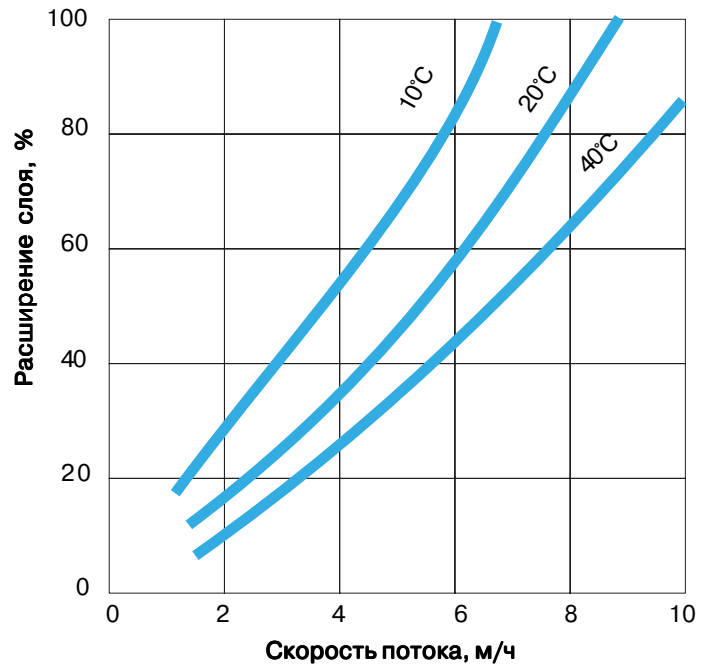
сификация слоя, неблагоприятно влияющие на приведенные факторы, приводят к увеличению перепада давления. Стандартным расходом в процессе водообработки принято считать 8—40 ОС/час, выбор зависит от состава исходной воды конкретной технологии и конструкции установки. Типовые зависимости перепада давления приведены на рис. 1.

Рис. 1. Зависимость падения давления по слою в зависимости от скорости потока и температуры



При обратной промывке анионита снизу вверх, слой смолы должен увеличивать свой объем приблизительно на 50—75% для удаления отфильтрованных частиц, очистки слоя от пузырьков и неплотностей, а также классифицирования слоя для уменьшения гидродинамического сопротивления потоку. Обратная промывка должна проводиться постепенно (для избежания начального выноса частиц анионита) с последую-

Рис. 2. Расширения слоя в зависимости от скорости потока и температуры



щим перемешиванием слоя. Расширение слоя увеличивается с увеличением скорости потока и уменьшается с увеличением температуры, как показано на рис. 2. Во избежание потери анионита должны быть предприняты меры предосторожности в связи с избыточным расширением слоя.

Факторы, влияющие на рабочую емкость

Рабочая емкость анионита в полностью регенерированной форме, находящегося в достаточно глубоком слое, зависит от ряда факторов, большинство из которых связаны с составом воды, поступающей на обработку. Присутствие таких дивалентных ионов как сульфат-ион в поступающей воде, по отношению к моновалентным ионам, таким как хлориды и нитраты, увеличивает рабочую емкость смолы. Это связано с тем, что сульфаты легче регенерируются со смолы. Таким образом, соотношение сульфатов к общему количеству анионов минеральных кислот является важным критерием, определяющим емкость смолы.

Также важна концентрация CO_2 в поступающей воде. В то время как CO_2 в значительной степени не задерживается третичной аминогруппой слабоосновного анионита, все же некоторое количество поглощенного CO_2 в виде бикарбонатной формы смолы способствует лучшему ионному обмену с анионами минеральных кислот, по сравнению с неионизированной смолой в форме свободного основания. Это приводит к увеличению емкости смолы при прочих равных условиях. В тоже время этот эффект достигает предельного значения при концентрации CO_2 около 8 мг-экв/л и выше.

Пьюролайт А400

СИЛЬНООСНОВНЫЙ АНИОНИТ,
ТИП I
ДЛЯ ОБЕССОЛИВАНИЯ ВОДЫ

Технические данные

Описание продукта

ПЬЮРОЛАЙТ А400 является гелевой анионообменной смолой типа I со стирол-дивинилбензольной матрицей. Смола обладает высокой ионообменной емкостью, хорошо удаляет из воды кремниевую и другие слабые кислоты при минимальных затратах едкого натра на регенерацию. Структура полимерной матрицы обеспечивает хорошую кинетику обмена, что в свою очередь способствует высокоэффективной регенерации и малым расходам отмывочных вод. При правильном выборе гранулометрического состава анионит Пьюролайт А400 может успешно применяться в фильтрах различных конструкций: с однородной загрузкой, с двухслойной загрузкой и смешанной загрузкой.

Анионит Пьюролайт А400 обладает исключительно высокой механической прочностью, которая продлевает срок службы смолы.

Анионит Пьюролайт А400 позволяет удалять ионы сильных и слабых кислот до очень низких остаточных концентраций.

Таблица 1. Типовая рабочая емкость Пьюролайт А400

Удельный расход 100%-ного NaOH, г/л смолы	Рабочая емкость по проскоку кремния, г-экв/л	Рабочая емкость по проскоку сильных минеральных кислот, г-экв/л
64	0,57	0,65
96	0,66	0,75
128	0,73	0,83
160	0,79	0,89

Ограничения по качеству обрабатываемой воды

Содержание свободного хлора, не более	0,1 мг/л
Мутность, не более	5 ед. АРНА
Содержание железа и тяжелых металлов, не более	0,1 мг/л

Стандартные рабочие условия (обессоливание, прямоточная регенерация)

Операция	Расход, ОС/ч*	Входящий поток	Время, мин	Общее количество, ОС
В процессе работы	8—40	Вода после катионитового фильтра	—	—
Обратная промывка	6—7 м/ч (при 10—20°C)	Вода после катионитового фильтра	5—20	1,5—4
Регенерация	2—4	2—8% NaOH	60	64—160 г NaOH на 1 л смолы
Медленная отмывка	Скорость промывки равна скорости регенерации	Вода после катионитового фильтра или обессоленная вода	60	2—4
Быстрая отмывка	Скорость промывки равна скорости во время работы	Вода после катионитового фильтра или обессоленная вода	—	3—6

* Объем слоя смолы, м³

Типовые физические, химические и технологические свойства

Структура полимерной матрицы	Полистирол, сшитый дивинилбензолом
Внешний вид	Прозрачные сферические частицы от светло-желтого до темно-коричневого цвета
Количество целых частиц, %, не менее	92
Функциональные группы	R(CH ₂) ₂ N ⁺
Ионная форма (в товарном продукте)	Cl ⁻
Насыпной вес, г/л	690
Разброс частиц, мм	+1,2 <5%, —0,3 <2%
Содержание влаги, форма Cl ⁻ , %	48—57
Обратимое набухание при переходе Cl ⁻ → OH ⁻ , %, не более	15
Удельный вес, влажный анионит свободное основание, г/мл	1,06
Полная обменная емкость, (свободное основание):	
Влажный анионит, по объему г-экв/л, не менее	1,3
Сухой анионит, по весу г-экв/л, не менее	4,3
Коэффициент однородности, не более	1,6
Максимальная рабочая температура	
форма OH ⁻ , °C, не более	60
форма Cl ⁻ , °C, не более	100
Диапазон pH:	нет
Химическая стойкость	Устойчива к разбавленным кислотам, щелочам и большинству растворителей

Рабочие характеристики

Усредненная общая обменная емкость анионита А400 составляет 1,3 г-экв/л, в тоже время рабочая емкость составляет 0,57—0,89 г-экв/л. Для оптимизации рабочей емкости рекомендуется использовать подогретую щелочь (38—49°C). Низкий уровень кремния в обрабатываемой воде также дости-

гается использованием подогретой щелочи. В табл. 1 приводятся типичные емкости для воды, содержащей равные количества сульфатов и хлоридов. Более высокие емкости могут быть получены если в воде содержится больше сульфатов или бикарбонатов.

Работа в смешанных слоях

Большая часть приводимой информации относится к работе анионита А400 в смешанных слоях. Однако, приводимые величины рабочей емкости должны быть снижены на 10—20%, если регенерация слоя идет в том же фильтре. Это объясняется неполным разделением слоя и перекрестным заражением двух смол в слое. Величины проскоков ионов в смешанных слоях практически равны нулю и это сохраня-

ется до окончания работы фильтра. Анионит может быть использован в тех слоях, где требуется высокое качество обработанной воды (0,05 мкСм/см). Опыты, использующие воду с содержанием NaCl на уровне 500 мг/л показали, что высокое качество воды достигается практически мгновенно, в случае использования двойной регенерации.

Рис. 1. Зависимость падения давления по слою от скорости потока при некоторых температурах

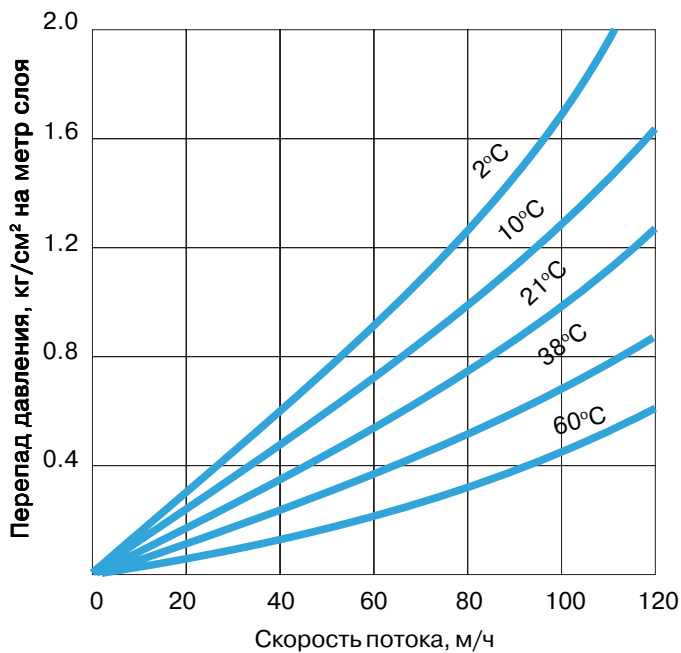
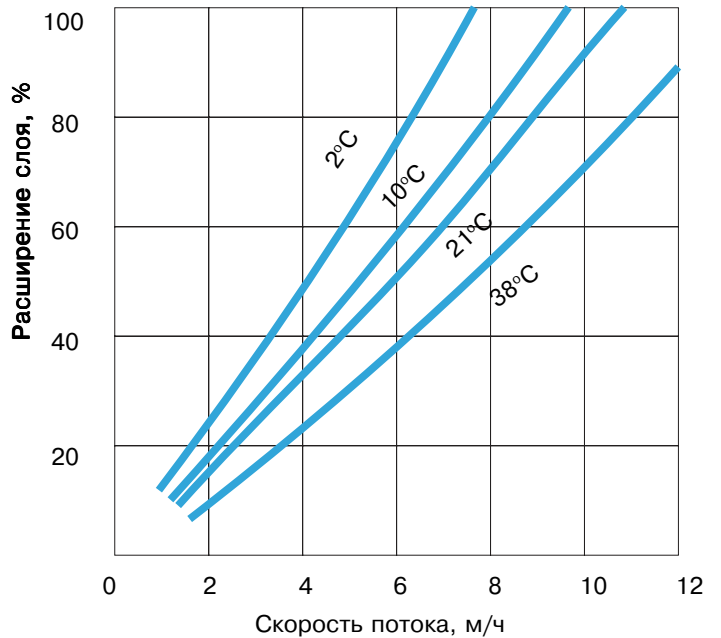


Рис. 2. Расширение слоя в зависимости от скорости потока и температуры



Гидравлические характеристики

Перепад давления (падение напора) через правильно классифицированный слой смолы (т.е. выбранное распределение по гранулометрическому составу) зависит от распределения по размеру частиц смолы, высоты и объема пустот («мертвого пространства») анионита, а также от скорости и вязкости (следовательно, и от температуры) поступающего потока. Любые другие условия, такие как, например, наличие гранулированного фильтрата, не-адекватная сжимаемость или неполная классификация слоя, неблагоприятно влияющие на вышеприведенные факторы, приводят к увеличению падения напора. При обратной промывке анионита снизу вверх, слой смолы должен увели-

чивать свой объем приблизительно на 50-75% для удаления отфильтрованных частиц, очистки слоя от пузырьков и неплотностей, а также классификации слоя для уменьшения гидродинамического сопротивления потоку. Обратная промывка должна проводиться постепенно для избежания начального выноса частиц анионита с последующим их перемешиванием. Расширение слоя увеличивается с увеличением скорости потока и уменьшается с увеличением температуры. Должны быть предприняты меры предосторожности во избежание потери анионита в связи с избыточным расширением слоя.

Технические особенности

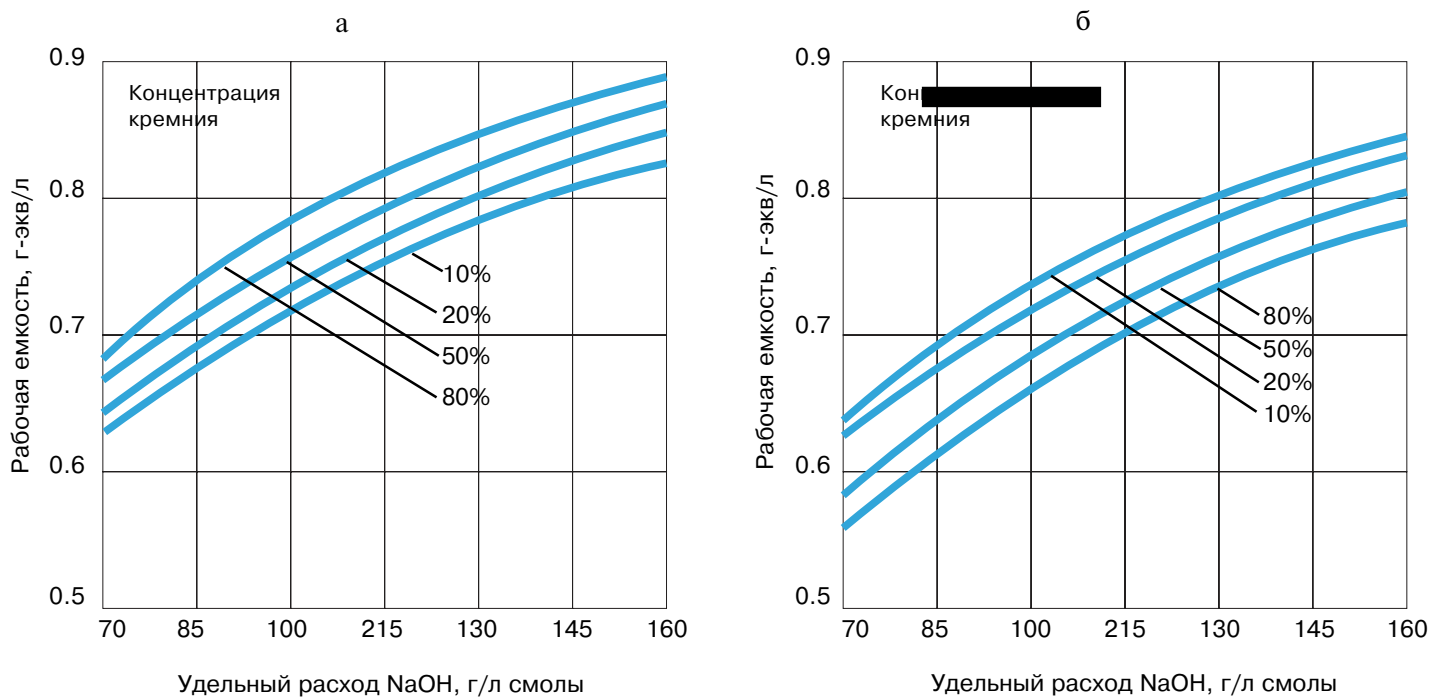
Процентное содержание хлоридов в обрабатываемой воде оказывает прямое воздействие на величину обменной емкости. Приведенный в табл. 2 корректирующий коэффици-

ент должен быть умножен на теоретическую емкость для получения истинной (рабочей) емкости.

Таб. 2. Коррекция по содержанию хлоридов.

Хлориды, %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Корректирующий коэффициент	1,00	0,98	0,97	0,95	0,94	0,93	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86

Рис. 3. Зависимость рабочей емкости от удельного расхода в 100% NaOH при температуре регенерации: а-49°C, б-24°C



Пьюролайт A845
A847

АКРИЛОВЫЙ
СЛАБООСНОВНЫЙ АНИОНИТ
ДЛЯ ОБЕССОЛИВАНИЯ ВОДЫ,
СОДЕРЖАЩЕЙ ОРГАНИЧЕСКИЕ
ПРИМЕСИ

Технические данные

Описание продукта

Пьюролайт А845, 847 представляет собой гелевые аниониты с акриловой матрицей. Акриловая матрица способствует отличному поглощению органики из обрабатываемой воды и обратимой десорбции органики из слоя смолы в процессе обычной регенерации. Доля низкоосновных групп у данной смолы значительно выше, чем у других низкоосновных анионитов, что обеспечивает высокую обменную емкость и высокоэффективную регенерацию. Для регенерации этой смолы требуется значительно меньшие количества едкого натра и отмывочной воды по сравнению с полистирольными смолами того же типа. Использование этой смолы в ионообменных цепочках совместно с полистирольными смолами позволяет удалить из воды более широкий спектр органических веществ, чем, если бы использовались смолы только одного типа. Пьюролайт А845, 847 особенно выгодно использовать для обработки воды, содержащей органические загрязнения, вызывающие отравление полистирольных смол, выражающееся в увеличении времени отмывки после регенерации и сокращении рабочей емкости. К таким загрязнениям относится большинство природных органических соединений, присутствующих в поверхностных водах. Аниониты Пьюролайт А845, 847 обладают превосходной механической прочностью и осмотической стабильностью. Эти свойства смол делают их прекрасными кандидатами для использования в фармацевтической и пищевой промышленности, а также для извлечения сильных анионов и органических веществ во многих других технологиях.

Типовые физические, химические и технологические свойства

Структура полимерной матрицы	Гелевая, полиакриловая
Внешний вид	Полупрозрачные сферические частицы белого цвета
Количество целых частиц, %, не менее	95
Функциональные группы	Третичный амин
Ионная форма (в товарном продукте)	Свободное основание (FB)
Насыпной вес, г/л	680—700
Разброс частиц, мм	+1,2 <5%, —0,3 <1%
Содержание влаги, форма OH ⁻ , %	57—62
Обратимое набухание при переходе FB → Cl ⁻ , %, не более	20
Удельный вес, влажный анионит в форме поставки, г/мл	1,06
Полная обменная емкость, г-экв/л, не менее	1,6
Максимальная рабочая температура, °C, не более	40
Диапазон pH	
Стабильность анионита	без ограничений
Рабочий диапазон	0—9
Химическая стойкость	Устойчива к разбавленным кисло-там, щелочам и большинству растворителей

Стандартные рабочие условия (обессоливание, прямоточная регенерация)

Технологическая операция	Расход	Входящий поток	Время, мин	Общее количество
Процесс работы (фильтрование)	8—40 ОС*/час	Вода после катионитового фильтра	—	—
Взрыхляющая промывка	5—7 м/ч (при 10°C)	Вода после катионитового фильтра	5—20	1—5 ОС
Регенерация	2—4 ОС/час	2—4% NaOH	30—60	40—104 г 100%-ного NaOH на 1 л смолы
Отмывка (медленная)	2—4 ОС/час (такой же, как при регенерации)	Вода после катионитового фильтра или обессоленная вода	30—60 (приблизительно)	1—2 ОС
Отмывка (быстрая)	8—40 ОС/час (такой же, как при работе)	Вода после катионитового фильтра или обессоленная вода	15—30 (до необходимой щелочности)	3—6 ОС

При взрыхляющей промывке объем увеличивается на 50—75%
Конструкционный запас на расширение слоя — 100%.

*ОС — объем слоя смолы, м³.

Гидравлические характеристики

Перепад давления (падение напора) через слой смолы зависит от распределения по размеру частиц смолы, высоты фильтрующего слоя и объема пустот катионита, а также от скорости и вязкости (а, следовательно, и от температуры) поступающего потока. Любые другие условия, такие как, например, наличие взвешенных частиц в фильтрате, неадекватное уплотнение или нарушение гранулометрического состава (измельчение), неблагоприятно влияющие на приведенные выше параметры, приводят к увеличению перепада давления. Типовые зависимости перепада давления в слое анионитов Пьюролайт А845, 847 от скорости потока представлены на рис. 2.

При обратной промывке анионита (взрыхляющей), снизу вверх, должно быть обеспечено расширение слоя смолы

приблизительно на 50—75% с целью удаления задержанных нерастворимых частиц, пузырьков воздуха и уплотнений, а также для максимально возможной отмывки от ионитовой мелочи с целью уменьшения гидродинамического сопротивления потоку. Взрыхляющая промывка должна проводиться с постепенным увеличением расхода воды для предотвращения выноса рабочих фракций катионита в начале отмывки. Расширение слоя увеличивается с увеличением скорости потока и уменьшается с увеличением температуры, как это показано на рис. 1. Необходимо предпринимать меры предосторожности, учитывая эти закономерности, во избежание потери рабочих фракций смолы в связи с избыточным расширением слоя.

Регенерация

Пьюролайт А845, 847 поставляются в форме, уже готовой к использованию (свободное основание) и могут быть использованы немедленно. Однако, рекомендуется произвести взрыхляющую отмывку слоя смолы после загрузки перед подключением в работу. Пьюролайт А845, 847 легко регенерируются едким натром, причем количество его, необходимое для восстановления рабочей емкости, близко к стехиометрическому. Для полного использования обменной емкости смолы и предотвращения накопления загрязнений рекомендуется использовать не менее 130% эквивалентного количества NaOH в сравнении с рабочей емкостью, полученной в предыдущем фильтроцикле, но не менее 48 г NaOH на 1 л смолы. В процессе восстановления рабочей емкости смолы необходимо точно соблюдать общепринятую стадийность регенерации, то есть выполнение операций медленной и быстрой отмывки. Медленная отмывка имеет два назначения. В процессе ее отмывоч-

ная вода вытесняет регенерант с необходимой скоростью и вымывает органические примеси из слоя смолы, для чего требуется некоторое время, приблизительно 1 час. Если эта процедура выполняется правильно, то значительно увеличивается эффективность последующей окончательной отмывки. Необходимо предусмотреть использование для отмывок воды хорошего качества (H-катионированной или обессоленной) для того, чтобы предотвратить выпадение осадков, состоящих из гидроокисей двухвалентных катионов. Не рекомендуется использование умягченной воды для отмывки смолы, так как соли натрия, присутствующие в такой воде, снижают скорость диффузии остаточного регенеранта (едкого натра) из слоя смолы, увеличивая тем самым время отмывки. При соблюдении стадийности регенерации время отмывки для этой смолы приближается к времени отмывки новых смол полистирольного типа.

Рис. 1. Зависимость величины расширения слоя смолы от скорости обратного потока и температуры

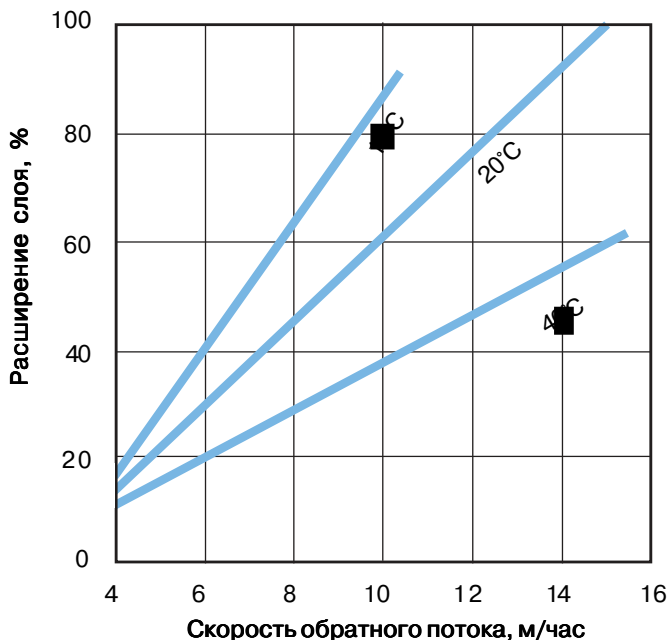
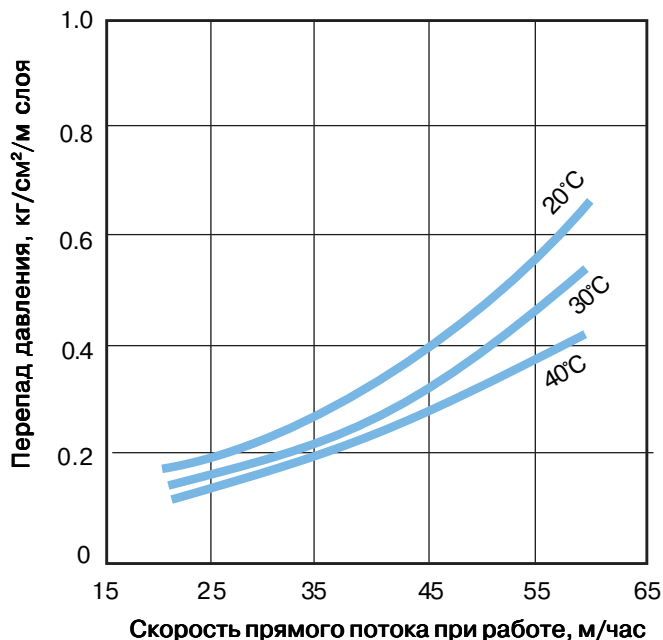


Рис. 2. Зависимость перепада давления на слое смолы от скорости фильтрации и температуры



Химическая стойкость

Аниониты Пьюролайт А845, 847 не растворимы в кислотах, щелочах и во всех обычных растворителях. Сам анионит термически стабилен как во всех солевых формах, так и в форме свободного основания, но четвертичные аминогруппы нестабильны, поэтому не рекомендуется использование температур выше 50° С в процессе обессоливания.

Также следует отметить, что длительное воздействие свободного хлора при концентрации последнего выше 2 мг/л (или 200 мг/л за 24 часа), или некоторых других окислителей, таких как пероксиды, приводит к уменьшению рабочей емкости анионита за счет протекающей химической реакции окисления.

Применение анионита

Пьюролайт А845, 847 особенно хорошо подходят для обессоливания воды, содержащей органику, а также для очистки технологических растворов. Анионит удаляет анионы сильных кислот и располагается в технологической схеме после катионита, например, такого как Пьюролайт С100. Используя данный анионит, удастся получить очищенную воду с электропроводностью 1—30 мкСм/см, то есть с электропроводностью, определяемой только анионами слабых кислот, которые (при необходимости) могут быть удалены на высокоосновных анионитах. Во многих процессах водочистки удастся добиться удовлетворительного поглощения высокомолекулярной органики на протяжении многих фильтроциклов без отравления, так как эта органика эф-

фективно удаляется со смолы в процессе обычной регенерации. Пьюролайт А845Е, А847Е используются и в пищевой промышленности, например в процессе обессоливания и обесцвечивания сахарных сиропов (на основе кукурузы), там, где происходит удаление и анионов сильных кислот, и высокомолекулярной органики. При использовании смолы в процессах, связанных с приготовлением пищевых продуктов или питьевой воды, как для человека, так и для животноводства, рекомендуются специальные меры предосторожности для защиты от загрязнений экстрагируемыми из смолы веществами, бактериального заражения и прочих воздействий. В смоле, не прошедшей специальную подготовку,

могут содержаться свободные амины и низкомолекулярные полимеры, содержащие амины. Эти соединения должны быть удалены из смолы тремя последовательными стадиями «насыщение-регенерация», причем, насыщение необходимо проводить 0,5%-ным раствором соляной или серной кислоты. Регенерация проводится в соответствии с вышеприведенными условиями, с использованием удельного расхода NaOH 64 г/л смолы. Такая обработка снижает концентрацию экстрагирующихся веществ до приемлемо низких значений. Свойством этой смолы является сорбция бактерий из растворов, однако это может приводить к росту бактерий в смоле во время стояночного режима фильтра. Поэтому смола должна храниться в воде, свободной от питательных для бактерий веществ и должна специальным образом подготовлена перед работой. На всех стадиях работы и хранения необходимо принимать

меры предосторожности для предотвращения заражения смолы посторонними или токсическими веществами. Аниониты Пьюролайт А845, 847 могут быть использованы в бикарбонатной форме для обработки кислотных стоков шахт. Сульфаты металлов могут быть переведены в растворимые бикарбонаты, которые затем осаждаются аэрацией. Пьюролайт А845, 847 могут быть использованы в трехстадийном процессе вместе со слабокислотным катионитом Пьюролайт С104. Фильтр с катионитом устанавливается между двумя фильтрами с анионитом А845 или А847, анионит регенерируется до бикарбонатной формы раствором углекислого газа, который также регенерирует катионит до Н-формы.

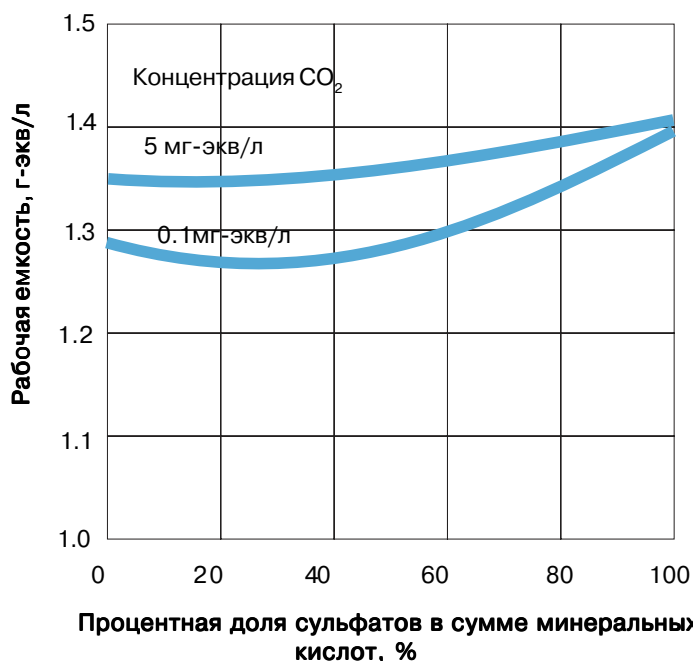
Рабочая емкость

Указанные выше количества регенеранта позволяют получать рабочую емкость на уровне 1,2—1,5 г-экв/л для обычных вод, точное значение емкости зависит от содержания углекислого газа в обрабатываемой воде (подобное явление наблюдается и у обычных полистирольных смол). Там, где вода содержит значительное количество органических примесей, количество регенеранта может быть увеличено до 200% от стехиометрического количества.

Рабочая емкость (до проскока кислот) полностью регенерированной смолы в достаточно глубоком слое смолы в фильтре зависит от состава обрабатываемой воды. Бивалентные ионы, такие как сульфаты (SO_4^{2-}) поглощаются в меньшей степени, чем соответствующие бисульфатные ионы (HSO_4^-), но на практике при регенерации они замещаются быстрее, чем им указывает валентность. Этот эффект приписывается относительно высокому коэффициенту взаимной диффузии, но вне зависимости от истинных причин, это приводит к увеличению рабочей емкости по сравнению с той, которая могла бы быть получена на моновалентных ионах типа Cl^- . Содержание бисульфатных ионов (обычно аппроксимируемое, как соотношение сульфатов к сумме анионов минеральных кислот) является важным параметром, определяющим рабочую емкость.

Прочие изменения в рабочих условиях, такие как изменение скорости от 10 до 60 ОС/час, температуры воды, ионной концентрации (от 2 до 10 мг-экв/л), оказывают гораздо меньшее влияние на рабочую емкость по сравнению с обычными полистирольными смолами.

Рис. 3



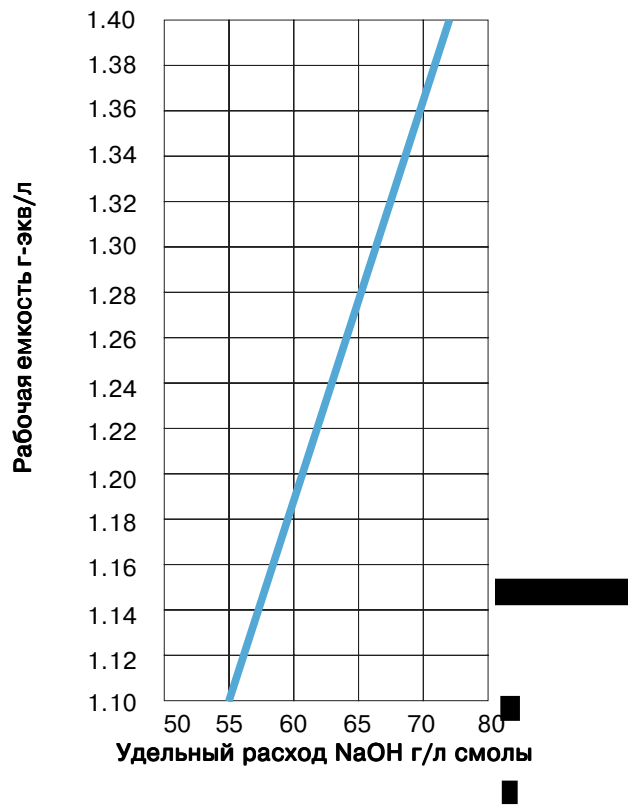
Для удобства на рисунке 3 приведена зависимость рабочей емкости анионитов Пьюролайт А845, 847 от соотношения сульфатов к сумме анионов минеральных кислот (СМК) для двух концентраций CO_2 в исходной воде.

Пример расчета рабочей емкости

Качество исходной воды:	Свободный CO_2	2,0 мг-экв/л
	Хлориды	4,5 мг-экв/л
	Сульфаты	1,5 мг-экв/л
	Сумма анионов	6,0 мг-экв/л
	Минеральных кислот	$\text{SO}_4/\text{СМК} = 25\%$
	Фильтроцикл	500 м ³
	Скорость потока	50 м ³ /час

Требуемый объем смолы = $(6,0 \times 500) : \text{рабочая емкость (мг-экв/л)}$.

По рисунку 3, интерполируя содержание CO_2 , находим рабочую емкость для отношения $\text{SO}_4/\text{СМК} = 25\%$, которая равна 1,31 г-экв/л. Таким образом, требуемый объем смолы равен 2,29 м³. Умножая полученный результат на коэффициент конструкционного запаса 0,9, получим рабочий объем смолы 2,54 м³.



Пьюролайт A500P

МАКРОПОРИСТЫЙ
ВЫСОКООСНОВНЫЙ АНИОНИТ
ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ОРГАНИКИ ИЗ
ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОЙ И
ПРОМЫШЛЕННОЙ ВОДЫ

Технические данные

Описание продукта

Пьюролайт А500Р представляет собой макропористую полистирольную ионообменную смолу, разработанную для использования в качестве «ловушки» для органики, т.е. для удаления таннинов, фульвиновой и гуминовой кислот из промышленных и питьевых источников воды. В специальных технологиях, смола может заменять или быть использована совместно с традиционными угольными адсорбентами. Использование смолы оправдано в тех случаях, где требуются хорошая термостабильность материала, сопутствующая отличной осмотической стабильности, а также высокая обратимая емкость материала по средне- и высокомолекулярным органическим веществам, находящимся как в ионизированной, так и в неионизированной формах.

Как правило, смолу используют в форме хлоридной соли, в начале цепочки традиционных обессоливающих систем так, чтобы смола защищала последующий анионный фильтр или смешанный слой от органического отравления и связанного с ним снижения рабочей емкости. Эффективная регенерация проводится рассолом, т.е. 10% раствором NaCl. Добавление 1—2% раствора NaOH к рассолу улучшает удаление органики, особенно сильносвязанных окрашенных частиц. Для обработки сахарных сиропов рекомендуется использовать смолу специального грансостава Пьюролайт А500PS. Там, где рабочая температура не превышает 60°C, может быть рекомендована также смола Пьюролайт А860. Сравнительная эффективность этих смол зависит от типа органики, подлежащей удалению. Необходимо провести, по крайней мере, пять циклов сорбции/регенерации для корректного сравнения производительности двух смол.

Типовые физические, химические и технологические свойства

Структура полимерной матрицы	Полистирол, сшитый дивинилбензолом, макропористая
Внешний вид	Беловатые непрозрачные сферические частицы
Количество целых частиц, %, не менее	95
Функциональные группы	R - (CH) ₂ N ⁺
Ионная форма (в товарном продукте)	Cl ⁻
Насыпной вес, г/л	690
Разброс частиц, мм	+1,2 <5%, -0,3 <1%
Содержание влаги, форма Cl ⁻ , %	63—70
Обратимое набухание при переходе Cl ⁻ -> OH ⁻ , %, не более	15
Удельный вес, влажный анионит свободное основание, г/мл	1,06
Полная обменная емкость:	
Влажный анионит, по объему г-экв/л, не менее	0,8
Сухой анионит, по весу г-экв/л, не менее	3,7
Максимальная рабочая температура:	
форма OH ⁻ , °C, не более	65
форма Cl ⁻ , °C, не более	100
Диапазон pH:	
форма Cl ⁻	0—14
форма OH ⁻	5—10

Гидравлическая характеристика анионита

Перепад давления (падения напора) через слой смолы зависит от распределения по размерам частиц смолы (гранулометрического состава), высоты фильтрующего слоя и объема пустот анионита, а также от скорости и вязкости (а, следовательно, и от температуры) поступающего потока. Любые другие условия, такие как, например, наличие взвешенных частиц в фильтрате, неадекватное уплотнение или

нарушение гранулометрического состава (измельчение), неблагоприятно влияющие на приведенные выше параметры, приводят к увеличению перепада давления. Типовые зависимости перепада давления в слое анионита Пьюролайт А500Р от скорости потока представлены на рис. 1.

Рис. 1. Падение давления по слою смолы

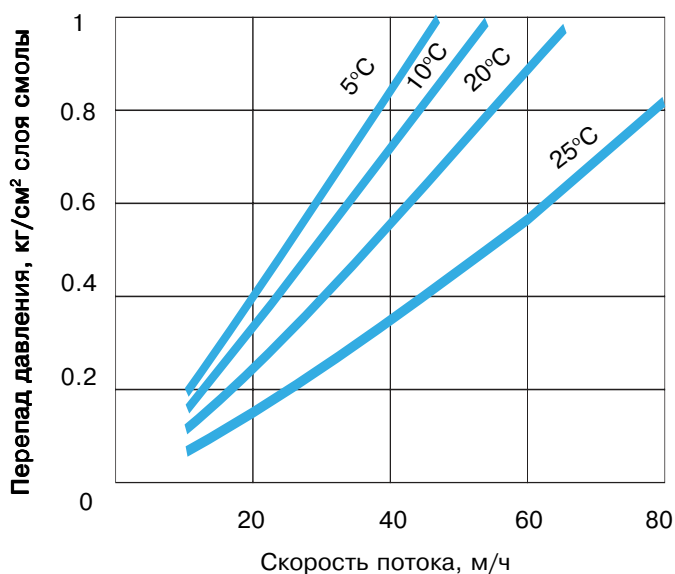
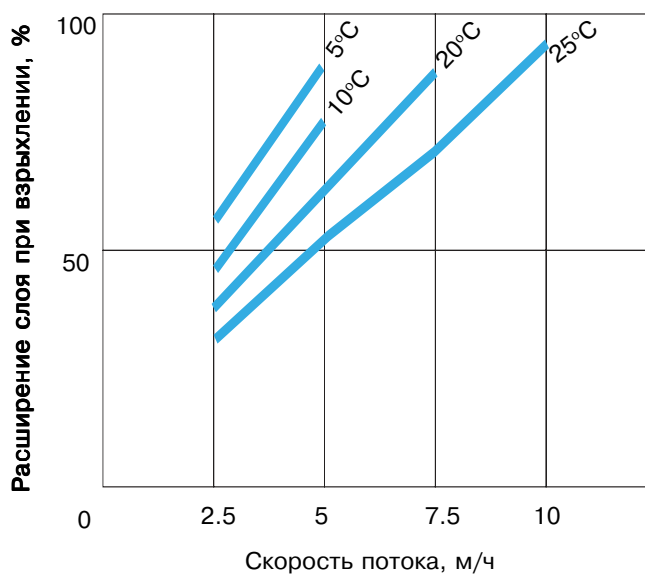


Рис. 2. Расширение слоя при взрыхлении



При обратной промывке анионита (взрыхляющей), снизу вверх, должно быть обеспечено расширение слоя смолы приблизительно на 50—75% с целью удаления задержанных нерастворимых частиц, пузырьков воздуха и уплотнений, а также для максимально возможной отмывки от ионитовой мелочи для уменьшения гидродинамического сопротивления потоку. Взрыхляющая промывка должна проводиться с постепенным увеличением расхода воды для предот-

ращения выноса рабочих фракций анионита в начале отмывки. Расширение слоя увеличивается с увеличением скорости потока и уменьшается с увеличением температуры, как это показано на рис. 2. Необходимо предпринимать меры предосторожности, учитывая эти закономерности, во избежание потери рабочих фракций смолы в связи с избыточным расширением слоя.

Рабочая характеристика анионита Пьюролайт А500Р

При определении адсорбционной емкости анионита могут быть использованы несколько различных аналитических методов. Однако ни один из этих методов не является специфическим для тех органических веществ, которые могут быть поглощены смолой и/или могут быть удалены из смолы в процессе регенерации. Таким образом, содержание органики, измеренное несколькими методами, может варьироваться. Большинство используемых методов совместимы в разумных пределах. Ниже приведены прибли-

зительные коэффициенты корреляции для различных методов:

Общий органический углерод	1 мг/л
KMnO ₄ , 4 часа при 27°C	4 мг/л KMnO ₄ = 1 мг/л O ₂
KMnO ₄ , 30 мин при 100°C	4 мг/л O ₂
KMnO ₄ , 10 мин кипения (Кубель)	3 мг/л O ₂
УФ спектр, измерение при длине волны 300 нм	3 мг/л

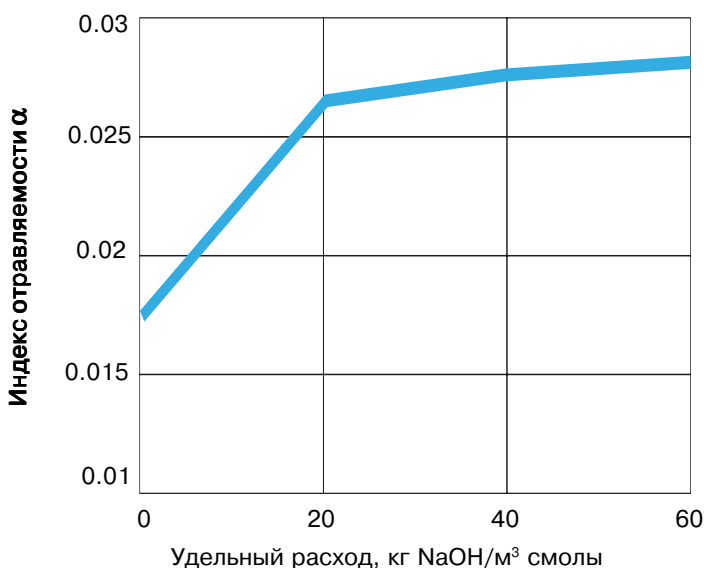
Метод определения суммарного органического углерода все шире признается как «стандартный» метод, заменяя собой прочие методы. Этот метод жизненно необходим для определения следовых количеств органики.

Так как поведение органики варьируется в зависимости от ее типа и рабочих условий, невозможно предсказать отравление смол(ы) на основе вышеприведенных анализов исходной воды. Таким образом, могут быть даны только самые основные рекомендации. Адсорбционная емкость может варьироваться от цикла к циклу и для свежей смолы может доходить до 90%. В общем случае, емкость начинает ухудшаться после нескольких сотен циклов, до величин близких 50%. Тогда, если смола регулярно очищалась в процессе эксплуатации, необходима ее замена. Там, где в воде присутствует железо, возможно проводить очистку смолы каждые 15—50 циклов (в зависимости от концентрации железа) с помощью 10% раствора соляной кислоты для улучшения производительности смолы. Такая обработка часто позволяет восстанавливать рабочую емкость смолы. Если для регенерации используется нейтральный раствор соли, то периодическое

использование щелочного раствора или даже использование раствора кислоты, а затем щелочного раствора, позволяет успешно очищать смолу и, соответственно, продлевать срок ее службы. Использование различных ионообменных смол в цепочке водоподготовки, как, например, ловушка для органики, затем акриловая или полистирольная низкоосновная смола, затем полистирольная или акриловая высокоосновная смола, затем фильтр смешанного действия, позволяет удалять более широкий спектр органических соединений из воды. Таким образом, выбор различных (по полимерной матрице) ионообменных смол увеличивает суммарную поглощающую емкость цепочки, и в тоже время надежно защищает последующие ионообменные смолы от отравления. Одним из важнейших параметров, определяющих эффективность работы ионообменных смол, является соотношение:

$$(\text{Орг/Ан}) = \frac{\text{Содержание органики в воде (мг O}_2\text{/л)}}{\text{Общее количество анионов (мг-экв/л) x 50}}$$

Рис. 3. Удельный расход щелочи на регенерацию в зависимости от индекса отравляемости



Чем выше концентрация анионов в обрабатываемой воде (при постоянном содержании органики), тем меньше вероятность отравления смолы органикой. Соотношение **Орг/Ан** позволяет грубо оценивать потенциальное отравление смол в ионообменных процессах. На рисунке 3 приведен рекомендуемый уровень регенерации высокоосновных смол в зависимости от индекса отравляемости, там, где эта смола не защищена ловушкой для органики. Также ниже приведена таблица для оценки отравления смол при различных соотношениях (**Орг/Ан**) или же α — «индекса отравляемости» и необходимости использовать ловушку для органики.

Тип смолы	Индекс отравляемости α	Предпринимаемые меры
Высокоосновный анионит	< 0,03	Без предобработки
	> 0,03	Коагуляция и механическое фильтрование поступающей воды или же ловушка органики
Слабоосновный анионит (гелевого типа)	< 0,008	Без предобработки
	< 0,016	Без предобработки, но необходимо увеличить регенерацию на 15 % выше расчетной
	> 0,016	Коагуляция и механическое фильтрование поступающей воды, или же ловушка органики плюс 15 % больше регенеранта
Смешанные слои	< 0,008	Без предобработки
	< 0,016	Коагуляция и механическое фильтрование поступающей воды или же ловушка органики
	> 0,016	Коагуляция и механическое фильтрование поступающей воды

Примечание: для однослойных анионитовых фильтров при содержании общего количества катионов меньше 1 мг-экв/л или же при содержании органики выше 5 мг/л O_2 , необходимо использование коагуляции и фильтрации или же ловушки для органики. То же для фильтров со смешанными слоями, за исключением того, что ограничение по органике равно 2,5 мг/л O_2 .

Рабочая емкость анионита

Наиболее приближенно может быть оценена как 3 кг органики (в единицах общего органического углерода) на 1 кубический метр смолы за один цикл. Если используется нейтральный рассол для регенерации, то указанное количество надо уменьшить вдвое. Там, где такая смола будет применена впервые, необходимо провести, по крайней мере, 5-10 циклов в лабораторном или же пилотном масштабе, для определения рабочих характеристик для расчета участка ионного обмена. Для того чтобы учесть возможные отклонения в качестве поступающей воды, рекомендовано использова-

ние коэффициента запаса равного 1,25. Второй коэффициент запаса должен учитывать сезонные изменения качества воды, так если лабораторные испытания были проведены в период с мая по сентябрь, коэффициент будет равен 2, если же в период с декабря по февраль, коэффициент равен 1. Мы настоятельно рекомендуем проводить регулярный контроль и запись качества воды. Подобные данные могут помочь при рекомендации условий эксплуатации.

Пьюролайт А860

АКРИЛОВЫЙ МАКРОПОРИСТЫЙ
СИЛЬНООСНОВНЫЙ АНИОНИТ
ТИПА I
ДЛЯ ОБЕССОЛИВАНИЯ ВОДЫ
СОДЕРЖАЩЕЙ ОРГАНИКУ

Технические данные.

Описание продукта

Пьюролайт А860 представляет собой сильноосновный макропористый анионит. Смола обладает акриловой матрицей, что способствует тому, что данный анионит отлично поглощает органику из воды в процессе работы и легко освобождается от органики в процессе регенерации. Для регенерации анионита Пьюролайт А860 требуются меньшие удельные расходы щелочи, чем для сильноосновных анионитов типа I на основе полистирола и в тоже время она обладает схожими характеристиками по сорбции углекислоты и кремнекислоты. Использование этой смолы в комбинации со смолами полистирольного типа (например, в фильтре смешанного действия после анионитового фильтра) приводит к удалению большего спектра органических соединений, по сравнению с работой смолы только одного типа. Анионит не отравляется органическими загрязнениями даже при относительно высоких нагрузках по органике.

Пьюролайт А860 может быть использован в качестве поглотителя органических соединений (скавенджера) из обрабатываемой воды, при этом фильтр с этим анионитом размещается в самом начале ионитовой цепочки после механических фильтров и работает в солевой форме (Cl⁻). См. брошюру Пьюролайт по этому вопросу.

Типовые физические, химические и технологические свойства

Структура полимерной матрицы	Гелевая акриловая матрица
Функциональные группы	Четвертичный амин
Внешний вид	Непрозрачные сферические частицы белого цвета
Количество целых частиц, %, не менее	95
Ионная форма, (в товарном продукте)	Cl ⁻
Разброс частиц, мм	+1,2 мм < 5 %, -0,3 мм < 1 %
Содержание влаги, форма Cl ⁻ , %	66—72 %
Необратимое набухание, %, не более	10
Обратимое набухание при переходе из Cl ⁻ в OH ⁻ форму %, не более	15
pH, стабильность анионита	без ограничений
Максимальная рабочая температура, °C, не более	40
Удельный вес, влажный анионит в форме поставки, г/мл	1,09
Полная обменная емкость, мг-экв/мл, не менее	0,8

Первичная подготовка анионита Пьюролайт А860 для работы в органопоглотельном фильтре

(краткая инструкция)

1. Анионит ПЬЮРОЛАЙТ А860 поставляется в полностью набухшей форме и **не требует дополнительного замачивания в воде**.
2. Необходимое количество анионита Пьюролайт А860 загрузить в фильтр. Высота свободного пространства над слоем смолы должна составлять не менее 75—100 % от высоты слоя смолы. Этот запас высоты фильтра необходим для предотвращения выноса рабочих фракций смолы при проведении взрыхляющей отмывки (см. п. 4). Объем анионита, загруженного в фильтр, далее в инструкции обозначается как ОС (объем смолы).
3. Фильтр с анионитом **медленно заполняется водой снизу вверх** до полного вытеснения воздуха из слоя смолы.
Примечание: Если в зимнее время смола поставлялась обработанной соевым раствором, необходимо провести вытеснение солевого раствора. Пропустить через фильтр сверху вниз со скоростью 2—4 ОС/час частично обессоленную воду общим расходом 6 ОС.
4. Далее производится взрыхляющая **отмывка материала от мелочи** водой, подаваемой снизу вверх с линейной скоростью 4—6 м/час (линейная скорость = расход воды, м³/час : площадь сечения фильтра, м²). При подаче воды снизу вверх добиваются расширения слоя смолы на 50—75 %. Установившейся при этом расход воды поддерживается в течение 5—20 минут (до прекращения выноса ионитовой пыли). Увеличение расхода воды при взрыхляющей отмывке и его снижение в конце данной операции производится постепенно, для предотвращения выноса рабочих фракций смолы из фильтра.
5. После проведения взрыхляющей отмывки фильтр готов к работе по рабочей схеме.

Данная инструкция подходит только для первичной подготовки смолы к работе и действует в дополнение к общей Инструкции по загрузке ионообменных материалов в фильтры. Восстановление сорбционной емкости проводится по Инструкции по восстановлению рабочей емкости органопоглотителя Пьюролайт А 860.

Регенерация анионита ПЬЮРОЛАЙТ А860 при работе в органопоглотительном прямоточном фильтре

(краткая инструкция)

1. При использовании органопоглотительного анионита ПЬЮРОЛАЙТ А 860 для сорбции органических загрязнений необходимо помнить, что:
 - как и другие ионообменные смолы, данный анионит требует хорошей предварительной механической очистки. Наличие в технологической схеме органопоглотительных фильтров («скавенджеров») не исключает наличия предвключенных механических фильтров (песчаных, антрацитовых или иных).
 - как и другие ионообменные смолы, анионит А860 подвержен необратимому разрушению сильными окислителями (свободный хлор, перманганат калия и др.). Содержание окислителей в поступающей на органопоглотительный фильтр воде не должно превышать 0,1 мг/л в пересчете на свободный хлор.
 - загрязнение анионита железом, медью и другими тяжелыми металлами может также приводить к необратимому разрушению. Содержание тяжелых металлов в поступающей на органопоглотительный фильтр воде не должно превышать 0,1 мг/л в пересчете на железо.
 - так как органопоглотительный анионит работает в хлор-форме, то в воде, поступающей на данный фильтр, практически полностью сульфаты и частично бикарбонаты замещаются на хлориды.
2. Необходимое для загрузки в фильтр количество анионита А860 рассчитывается исходя из габаритов фильтра. Основным условием для загрузки должно быть наличие высоты свободного пространства над слоем смолы не менее 75—100 % от высоты слоя смолы. Этот запас высоты фильтра необходим для предотвращения выноса рабочих фракций смолы при проведении взрыхляющей отмывки. Объем анионита, загруженного в фильтр, далее в инструкции обозначается как ОС (объем смолы).
3. Предварительная подготовка проводится согласно инструкции «Первичная подготовка анионита А860 для работы в органопоглотительном фильтре».
4. Расход воды через фильтр при рабочем фильтровании 10—30 ОС /час (т.е. для фильтра с объемом загрузки 9 м³ расход воды может составлять 90—270 м³/час).

5. Так как состав, содержание и физико-химическое состояние органических загрязнений чрезвычайно разнообразны для различных источников воды, то и величина рабочей емкости органопоглощающего анионита А860 не является величиной постоянной. Реальный рабочий фильтроцикл органопоглощающего фильтра должен быть определен в процессе предварительных лабораторных испытаний.
6. Если же предварительные лабораторные испытания по каким-либо причинам не проводятся, то рабочий фильтроцикл должен быть установлен в процессе наладочных работ. Сначала вычисляется условный фильтроцикл при работе органопоглощающего фильтра исходя из гарантированной емкости по органическим загрязнениям, равной для анионита А860 - 3 кг органики (в единицах органического углерода) на кубический метр смолы. То есть, фильтроцикл, выраженный в м³ обработанной воды будет равен:

$$Q_{\text{ф/ц}} = V (E_{\text{ОУ}}^{\text{А860}} \times 2,5) 1000 : C_{\text{органики (по кислороду)}} , \text{ где}$$

V - объем смолы в фильтре, м³ ;

$Q_{\text{ф/ц}}$ - выработка очищенной воды за один фильтроцикл, м³ ;

$E_{\text{ОУ}}^{\text{А860}}$ - условная рабочая емкость по органическим загрязнениям смолы А860 , ОУ/м³ ;

2,5 - коэффициент пересчета единиц измерения содержания органических загрязнений («по органическому углероду», «по кислороду») в воде ;

1000 - коэффициент пересчета единиц веса ;

$C_{\text{органики (по кислороду)}}$ - содержание органических загрязнений в фильтруемой воде, мг О₂/л

Например, если объем загрузки органопоглотителя А860 в фильтре равен 9 м³, а средняя концентрация органики в воде поступающей на этот фильтр равна 20 мг О₂/л, то условный фильтроцикл будет равен:

$$Q_{\text{ф/ц}} = 9 \text{ м}^3 \text{ смолы} (3 \text{ кг ОУ/м}^3 \text{ смолы} \times 2,5 \text{ г О}_2\text{/г ОУ}) 1000 \text{ г/кг} : 20 \text{ г О}_2\text{/м}^3 = 3375 \text{ м}^3$$

7. После того, как фильтр будет включен в работу, производится тщательный контроль содержания органических примесей в воде (окисляемость) на входе и выходе органопоглощающего фильтра. Если в процессе работы фильтра меняются другие технологические показатели (температура воды, расход и др.) или производятся отключения, то они тоже фиксируются. После того, как будет обработано расчетное количество воды ($Q_{\text{ф/ц}}$), фильтр отключается и проводится восстановление рабочей емкости - регенерация:

- Сначала производится взрыхляющая отмывка смолы водой, подаваемой снизу вверх с линейной скоростью 4—6 м/час (линейная скорость = расход воды, м³/час : площадь сечения фильтра, м²). При подаче воды снизу вверх добиваются расширения слоя смолы на 50—75%. Установившейся при этом расход воды поддерживается в течение 5—20 минут (до тех пор, пока вода на выходе из фильтра не станет прозрачной). Для взрыхляющей отмывки используют воду качеством не хуже, чем вода, получаемая после данного фильтра. Увеличение расхода воды при взрыхляющей отмывке и его снижение в конце данной операции производится постепенно, для предотвращения выноса рабочих фракций смолы из фильтра.
- Готовится регенерационный раствор содержащий 10% NaCl и 2% NaOH. Объем раствора равен 3 ОС (т.е. для фильтра с объемом загрузки А 8609 м³ необходимо иметь 27 м³ регенерационного раствора). Для приготовления регенерационного раствора используют воду качеством не хуже, чем вода, получаемая после данного фильтра. Температура раствора 20-30°С
- Фильтр дренируется так, чтобы поверхность воды совпала с поверхностью смолы.
- 1/3 регенерационного раствора пропускают через фильтр сверху вниз со скоростью 2 ОС/час.
- Вторую порцию регенерационного раствора (1/3 общего объема) оставляют в фильтре на 8 часов. На этой стадии желателен периодический барботаж загрузки воздухом.
- Третью порцию регенерационного раствора (1/3 общего объема) снова пропускают через фильтр сверху вниз со скоростью 2 ОС/час.
- Производят отмывку фильтра водой от регенерационного раствора сверху вниз с той же скоростью. Для этого используют воду качеством не хуже, чем вода, получаемая после данного фильтра. Объем отмывочной воды равен приблизительно 6 ОС. Окончание отмывки фиксируется по установленным показателям (хлориды, электропроводимость ит.д.).
- Производится быстрая доотмывка фильтра с рабочей скоростью до нормируемых показателей и фильтр включается в работу.

8. Последующие 10 фильтроциклов проводятся также, как в п.7
9. Если при работе по п.8 не происходит изменения степени сорбции органических загрязнений (средняя величина отношения содержания органики на входе в фильтр к содержанию органики на выходе из фильтра), то фильтроцикл ($Q_{ф/ц}$) может быть увеличен на 10% (Например, $3375 \text{ м}^3 + 337,5 \text{ м}^3 \sim 3700 \text{ м}^3$). Далее работа должна проводиться по пунктам 7—8. Расход регенерационных растворов остается прежним.
10. Суммарно увеличивать фильтроцикл более чем в два раза по сравнению с первоначальным не рекомендуется. Возможность дальнейшего увеличения фильтроциклов должна быть оценена только при лабораторных испытаниях.
11. Если при работе по п.7, 8 или в процессе дальнейшей эксплуатации происходит снижение степени сорбции органических загрязнений, то необходимо произвести регенерацию смолы по п.7 дважды, а фильтроцикл ($Q_{ф/ц}$) должен быть снижен на 10% по сравнению с последним фильтроциклом (Например, $3375 \text{ м}^3 - 337,5 \text{ м}^3 \sim 3000 \text{ м}^3$, или $3700 \text{ м}^3 - 370 \text{ м}^3 \sim 3330 \text{ м}^3$) и далее работа должна проводиться по пунктам 7—8. Расход регенерационных растворов остается прежним.
12. Выявленный в процессе наладочных работ фильтроцикл принимается в качестве рабочего фильтроцикла, однако в периоды сезонного повышения содержания органических загрязнений в исходной воде его значение должно быть скорректировано. В период сезонного повышения органических загрязнений в исходной воде рекомендуется производить профилактические двойные регенерации анионита 1—2 раза за сезон.

Пьюролайт MZ10

МАРГАНЦЕВЫЙ ЦЕОЛИТ ДЛЯ
УДАЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА, МАРГАНЦА,
СУЛЬФИДОВ

Техническая характеристика

Описание продукта

Пьюролайт MZ10 является марганцевым цеолитом, предназначенным для окисления и фильтрации различных сред. Цеолит получают специальной обработкой глауконита—природного минерала, известного больше как “зеленый песок”.

Пьюролайт MZ10 эффективно удаляет из природной воды железо, марганец и растворенные сульфиды, которые являются серьезной проблемой: даже малые их количества могут стать препятствием для использования такой воды. Хорошо известно, вода промышленного и бытового назначения должна быть свободна от железа и марганца. Во многих странах по нормам для воды муниципального назначения железо не должно превышать 0,3 мг/л, а марганец – 0,1 мг/л, однако желательно, чтобы их содержание не превышало 0,05 и 0,02 мг/л соответственно. В определенных производствах, подобных бумажному, кожевенному и текстильному, в красильных и прачечных, почти невозможно использовать воду, содержащую железо или марганец, т. к. это может приводить к нежелательным пятнам, полосам, крапинкам и обесцвеченным местам в конечных продуктах производства. Железо и марганец отравляют также ионообменные смолы, поэтому в большинстве ионообменных процессов их необходимо удалять с помощью предварительной очистки.

Рекомендуемые рабочие условия

Диапазон значений pH, ед.	6,5—8,5
Рабочая температура, °С, макс.	40
Характеристика перепада давления	См. Рисунок 1.
Предельно допустимый перепад давления, кг/см ²	0,85
Характеристика взрыхляющей отмывки	См. Рисунок 2
Скорость фильтрации и химические требования	См. Стр. 49 и 50
Минимальная глубина слоя, мм	700
Расширение слоя при взрыхляющей отмывке, %	100

Пьюролайт MZ10 является достаточно гибким продуктом, который благодаря своим каталитическим свойствам (при использовании вместе с перманганатом калия) может уменьшать содержание железа и марганца в воде до предельно низких уровней. Другие процессы как аэрирование, хлорирование и фильтрация не могут сравниться по эффективности с использованием Пьюролайт MZ10.

Помимо своих каталитических способностей Пьюролайт MZ10 обладает несколькими уникальными свойствами, которые позволяют ему максимально утилизировать окисляющие агенты, такие как перманганат калия, хлор или растворенный кислород, что приводит к увеличению, как скорости, так и полноты окислительных реакций. Так, например, его окислительно-восстановительная буферная емкость определяет

Типичные физические химические характеристики

Физическая форма	Черные почкообразные гранулы, поставляемые в сухом виде
Емкость по оксидам	
- г Mn/л	0,7
- г Fe/л	1,4
Размеры частиц в сухом виде, мм	0,25—1,0
Эффективный размер, мм	0,30—0,35
Коэффициент однородности	1,4—1,6
Насыпной вес, г/л	Приблизительно 1350

Примечания:

- вода с pH ниже, чем 6,5, должна быть скорректирована до pH 6,5—7,0 перед фильтрованием на ПЬЮРОЛАЙТ MZ10

- Отмывочная вода не должна содержать железа и марганца или, по крайней мере, они должны содержаться на очень низком уровне.

продолжительность рабочего цикла в периодических процессах и позволяет сохранять плавную работу при непрерывных процессах. Как ионообменные смолы имеют емкость по обмениваемому иону, так и Пьюролайт MZ 10 имеет емкость по обмениваемым электронам. Это означает, что он может окислять железо или марганец до тех пор, пока не истощится по электронам. Эти электроны могут быть восстановлены непрерывно или периодически с дозированием окисляющих агентов, таких как перманганат калия.

Почкообразная форма, мелкий размер гранул и одновременно простота использования, а также продолжительный срок службы приводят к исключительной эффективности фильтрации на Пьюролайт MZ10, даже после многих лет работы.

Подготовительные процедуры

1. Взрыхляющая промывка Пьюролайт MZ10 должна проводиться при линейной скорости не менее 30 м/ч ($M^3/ч : M^2$) в течение 15—20 минут или, если возможно, водой с воздухом.
2. Необходимо пропустить через цеолитовый слой 2 объема слоя (ОС) 10%-ного раствора NaCl в течение 60 минут.
3. Затем нужно вытеснить раствор NaCl одним ОС воды в течение 30 минут.
4. Отмыть цеолит водой с линейной скоростью 30 м/ч в течение 15—20 минут.

5. Отрегенерировать слой Пьюролайт MZ10 перманганатом калия, медленно пропуская через него в течение 30 минут 0,3%-ный раствор $KMnO_4$ из расчета 3 г $KMnO_4$ на литр цеолита.
6. Вытеснить регенерирующий раствор 1 ОС воды в течение 30 минут.
7. Отмыть цеолит 5—6 ОС воды при рабочей линейной скорости до отсутствия следов $KMnO_4$ в отмывочной воде, и приступить к рабочему фильтрованию.

Работа Пьюролайт MZ10

Пьюролайт MZ10 может применяться двумя различными способами, выбор которых зависит от уровня концентрации железа и марганца в исходной воде. Если основной целью является удаление железа, то используется непрерывная технология фильтрования через цеолит. Если же основной задачей является удаление марганца, применяется периодическая технология. Смешанная технология может быть применена для больших установок, когда необходимо удалять и железо, и марганец до очень низких концентраций.

Удаление марганца на цеолите происходит по следующему механизму: Пьюролайт MZ10 окисляет соли марганца, находящиеся в воде до нерастворимых оксидов и, одновременно, оксиды высоких степеней окисления, находящиеся в поверхностном слое марганцевого цеолита, понижают свою валентность. После пропускания определенного количества воды (после исчерпания окислительной емкости) Пьюролайт MZ10 регенерируется перманганатом калия. Эта стадия возвращает все оксиды марганца с низкими степенями окисления к высоким степеням окисления, и цикл повторяется заново.

Подобные реакции происходят при удалении железа, с одним лишь различием, что ионы железа превращаются в гид-

роокись железа, которая затем фильтруется слоем цеолита.

В то время как системы периодического действия требуют периодической регенерации перманганатом калия, для непрерывных систем необходимо постоянное дозирование этого реагента и/или других окислителей в воду непосредственно перед фильтром с Пьюролайт MZ10.

При периодическом процессе на выполнение последовательности стадий—взрыхляющая отмывка, регенерация раствором перманганата калия, отмывка и возврат в работу требуется около одного часа.

Для взрыхляющей отмывки необходима уже обработанная вода, однако, если в поступающей воде железо и марганец находятся в малых концентрациях, можно использовать исходную воду. Для поддержания слоя в чистом состоянии, рекомендуется периодическое взрыхление водой с воздухом.

При непрерывном процессе для последовательности операций—взрыхляющая отмывка, отмывка прямотоком и возврат в работу—требуется около двадцати минут. Если взрыхляющая отмывка проводится обработанной водой, операции отмывки прямотоком может не потребоваться.

Непрерывный процесс

Непрерывный процесс включает в себя непрерывное дозирование предварительно рассчитанного количества перманганата калия ($KMnO_4$) в обрабатываемую воду непосредственно перед фильтром с Пьюролайт MZ10 (см. рисунок 3). Одновременно может использоваться и хлор (для понижения текущих затрат а реагенты), однако хлор нельзя использовать без перманганата калия, особенно, если присутствует марганец. Если используется только перманганат калия, то его необходимое количество может быть рассчитано следу-

ющим образом:

$$KMnO_4 \text{ (мг/л)} = 1 \times Fe \text{ (мг/л)} + 2 \times Mn \text{ (мг/л)} + 5 \times H_2S \text{ (мг/л)}$$

Если вместе с перманганатом калия используется хлор (Cl_2), то их дозы рассчитываются по соотношениям:

$$Cl_2 \text{ (мг/л)} = 1 \times Fe \text{ (мг/л)}$$

$$KMnO_4 \text{ (мг/л)} = 0,2 \times Fe \text{ (мг/л)} + 2 \times MnO_4 + 5 \times H_2S \text{ (мг/л)}$$

Рекомендуемые рабочие условия

Частота взрыхления:	Через каждые 350—450 г Fe на м ² поперечного сечения фильтра.
Скорость взрыхления:	Взрыхление должно обеспечивать около 40% расширения слоя. Взрыхление требуется при перепаде давления по фильтру 0,85 кг/см ² .
Рабочая скорость:	Если концентрация железа и марганца высоки, то требуются меньшие скорости фильтрования. Обычно скорости фильтрования для непрерывных процессов составляют 5—12 м ³ /час/м ² в зависимости от содержания железа и марганца, как это показано справа.

Содержание железа и марганца в исходной воде, мг/л	Максимальная скорость потока, м ³ /час/м ²
0,5	12
1,0	10
2,0	8
3,0	6
5,0	5

ПРИМЕЧАНИЕ: В непрерывных процессах, для достижения наилучших результатов, настоятельно рекомендуется использовать верхний слой антрацита глубиной 350 мм.

Периодический процесс

Периодический процесс применяется при необходимости удаления марганца или марганца совместно с железом или тогда, когда необходимо гарантировать остаточное содержание марганца на минимальном уровне. Пьюролайт MZ10 регенерируется расчетным количеством перманганата калия после обработки фильтрованием определенного количества воды (см. рис. 4).

Эта технология настолько проста, безопасна и эффективна, что нашла широкое применение, как в домашних устройствах, так и в больших промышленных водоподготовительных установках.

Рекомендуемые рабочие условия

Окислительная емкость:	0,7 г Mn на литр или 1,4 г Fe на литр ПЬЮРОЛАЙТ MZ10. Если содержание железа высокое, то рекомендуется смешанная технология. Если гипохлорит натрия или перманганат калия дозируются в линию подачи воды, фильтроцикл увеличивается.
Взрыхление:	Взрыхление должно обеспечивать около 40% расширения слоя.
Регенерация:	Доза $KMnO_4$: 3 г/л Концентрация раствора $KMnO_4$: 0,3 % Скорость регенерации: 2 ОС/час Время регенерации: 30 минут Скорость после регенерационной отмывки: 8 ОС/час Объем отмывки: 5 ОС или до исчезновения следов перманганата калия.
Перепад давления:	Наибольший допустимый перепад давления 0,85 кг/см ² . Если перепад давления достигает этой величины до исчерпа-окислительной емкости, ПЬЮРОЛАЙТ MZ10 может быть взрыхлен без регенерации.
Скорость фильтрования:	5—12 м ³ /час/м ² , в зависимости от общего содержания железа и марганца, как показано ниже:

Рекомендуемые скорости фильтрования

Содержание железа и марганца в исходной воде, мг/л	Максимальная скорость потока, м ³ /час/м ²
0,5	12
2,0	10
3,0	8
5,0	7
10,0	6

Рис. 1 Зависимость перепада давления на слое чистого сорбента ПЬЮРОЛАЙТ MZ10 от скорости потока и температуры

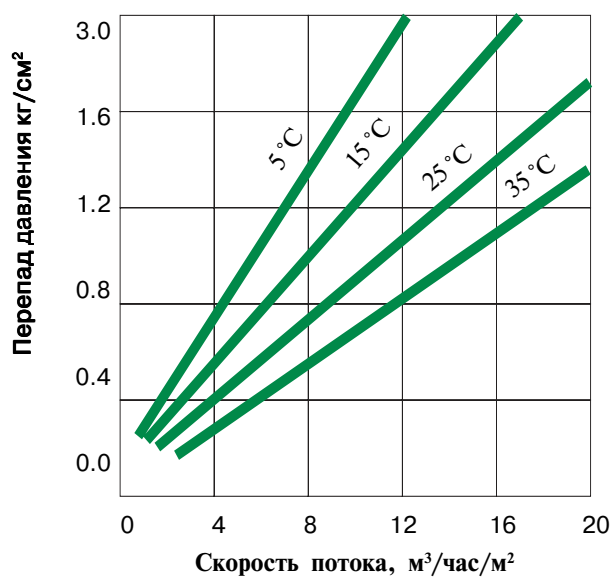


Рис. 2 Зависимость расширения слоя сорбента ПЬЮРОЛАЙТ MZ10 от скорости взрыхления и температуры

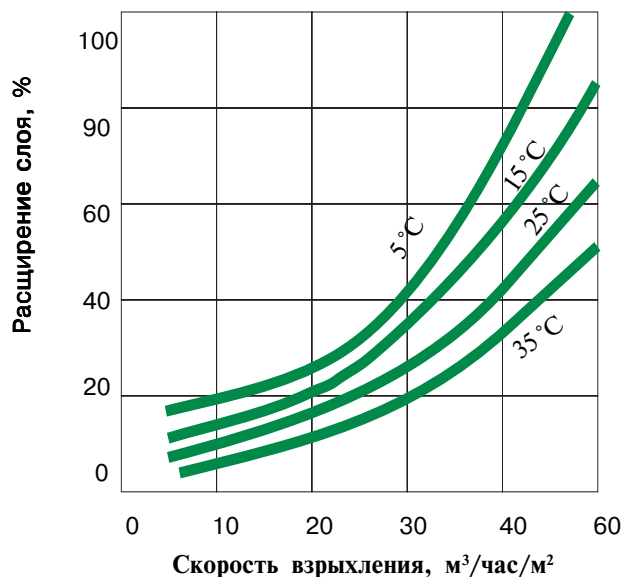


Рис. 3 Принципиальная схема непрерывного процесса фильтрования

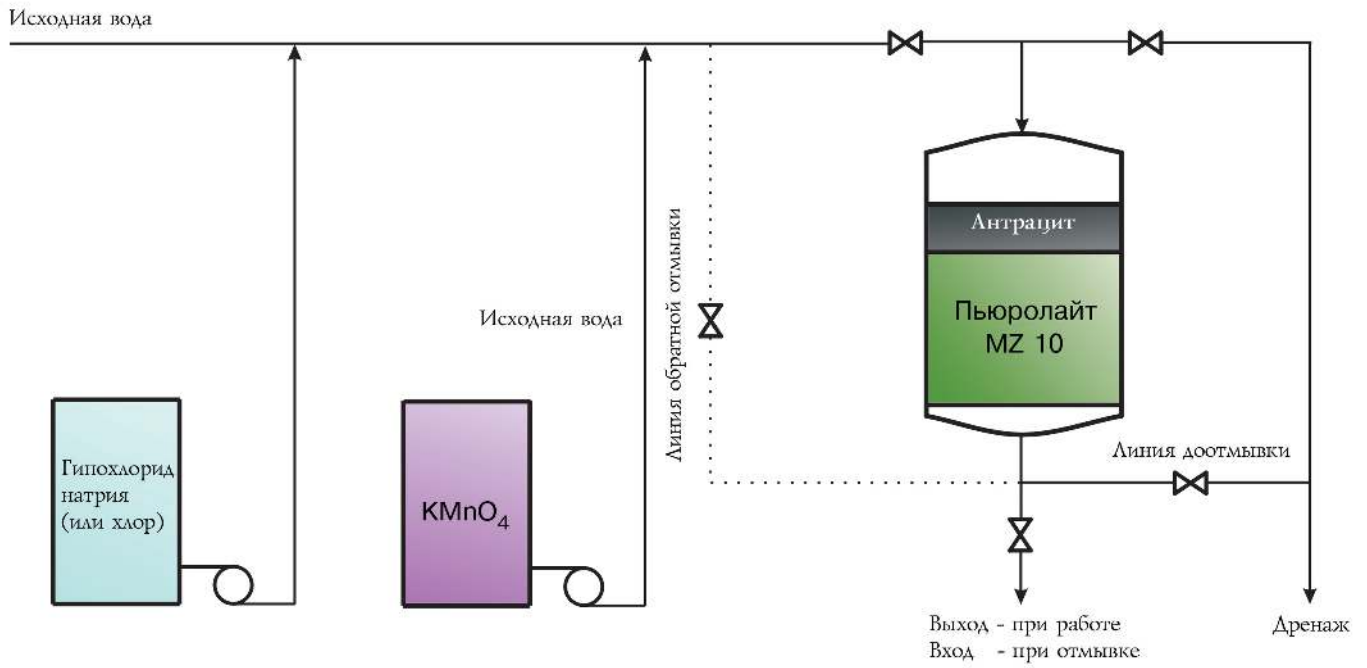
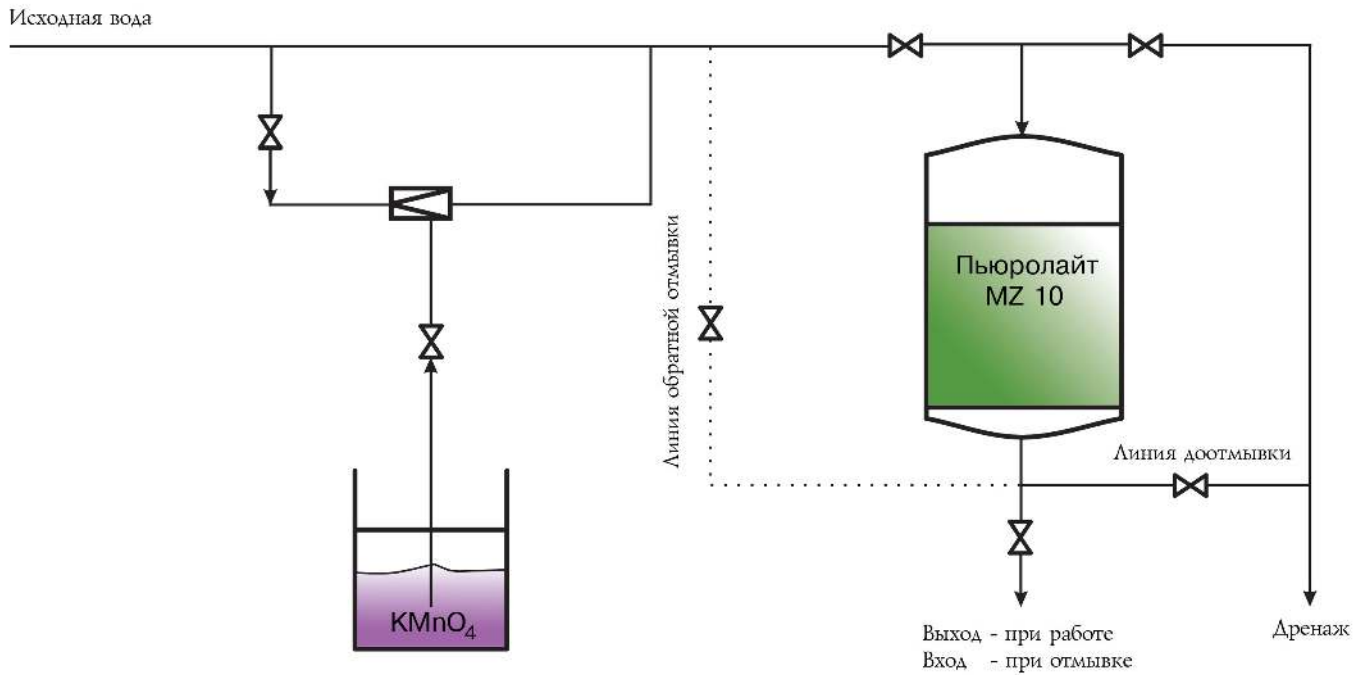


Рис. 4 Принципиальная схема периодического процесса фильтрования



SALES OFFICES & BUSINESS CENTRES:

США

The Purolite Company, 150 Monument Road, Bala Cynwyd, Philadelphia PA 19004.
Telephone: (1) 610-668-9090, Toll Free: 800-343-1500, Telex: 291718,
Telefax: (1) 610-668-8139.

Техас

The Purolite Company, 1700 West Loop South, Suite 740,
Houston, TX 77027.
Toll Free: 800-562-6488, Telefax: (1) 713-627-7890

Калифорния

The Purolite Company, 22632 Golden Springs Drive, Suite 190,
Diamond Bar, CA 91765.
Telephone: (1) 909-396-5253, Telefax: (1) 909-396-5258

МЕКСИКА

Purolite International, S.A. De C.V., World Trade Center,
Montecito 38 Piso 33-19, Mexico City, D.F. 03810. Telephone: (52) 5-488-0905, Telefax:
(52) 5-488-0906

КАНАДА

The Purolite Company, 625 Wabanaki Drive, Unit #2, Kitchener,
Ontario N2C 2G3.
Telephone: (1) 519-896-6674, Toll Free: (1) 800-461-1500
Telefax: (1) 519-896-6679

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

Purolite International Limited, Kershaw House, Great West Road,
Junction with Lampton Road, Hounslow, TW5 0BU.
Продажа - Telephone: (44) 181-570-4454, Telefax: (44) 181-572-7726
Администрация - Telephone: (44) 181-577-1222, Telefax: (44) 181-577-1136

ГЕРМАНИЯ

Purolite Deutschland GmbH, Harkortstrasse 25, 40880 Ratingen.
Telephone: (49) 2102-46033, Telefax: (49) 2102-443663

ФРАНЦИЯ

Purolite International 11, Avenue Delcasse
(continuation of Avenue Matignon), 75008 Paris.
Telephone: (33) 1-42-564563, Telex: 648856, Telefax: (33) 1-45-633826

БЕЛЬГИЯ

Purolite Benelux, Industrieweg 11 - Zinkval, 2630 Aartselaar (Antwerp).
Telephone: (32) 3-870-7298, Telefax: (32) 3-870-7299

ИСПАНИЯ

Purolite Iberica S.A., Pare Tecnologic del Valles, Centre
Empreses Noves Tecnologies, 08290 Cerdanyola del Valles (Barcelona).
Telephone: (34) 93-582-0266, Telefax: (34) 93-582-0268

ЕГИПЕТ

Purolite International Middle East, LCC
12 Obour Gardens, 5th Floor, App. No. 55, Saleh Salem Street,
Nasr City, Cairo.
Telephone: (20) 2-4021477, Telefax: (20) 2-4021478

ИТАЛИЯ

Purolite International S.r.l., Viale Coni Zugna 29, 20144 Milan.
Telephone: (39) 02-481-8145, Telefax: (39) 02-4801-2359

БРАЗИЛИЯ

Rua Orissanga No. 26, Sala 14-10. andar Edificio Bubl-Bairro Mirandopolis
Cep: 04052-030 - Sao Paulo-SP.

РУМЫНИЯ

Purolite Romania, International Business Centre «Modern»,
34-36 Carol I Blvd, 5th Floor, Bucharest.
Telephone: (40) 1-250-5053/5028 Telefax: (40) 1-250-5999

ПОЛЬША

Radus Spolka z o.o., ul Przebendowskich 33, 81 -543 Gdynia.
Telephone: (48) 58-6248979/58-6649609/58-6649617,
Telefax: (48) 58-6248118

РЕСПУБЛИКИ ЧЕХИЯ И СЛОВАКИЯ

Purolite International, Nad Mazankou 17, 182 00 Prague 8.
Telephone & Telefax: (420) 2-6881086/2-90010330

РОССИЯ

Москва

Purolite International Ltd. - Moscow Representative office, 36 Lyusinovskaya
Street, 6th Floor, Moscow 115093 Russia,
tel. +7095-363-50-56, +7095-564-81-20,
Fax: +7095-564-81-21

Санкт-Петербург

Purolite International Ltd. - St-Petersburg Representative office, 12A
Tambovscaya Street, St-Petersburg 192007 Russia,
tel. +7812-327-85-30, Fax: +7812-327-90-79

УКРАИНА

Purolite International Ltd. - Ukrainian Representative office, 3rd Floor, 49 Karl
Marks Ave., Dnepropetrovsk 49000 Ukraine,
tel. +380-562-320066 or 65,
Fax: +380-56-744 3406

КАЗАХСТАН

Purolite International Ltd. - Representative office in Kazakhstan, Office 10/1, 54,
Luganskogo str., Almaty 480051 Kazakhstan,
tel. +7-327-261-9523 or 24, Fax: +7327-261-9522

УЗБЕКИСТАН

Purolite International Ltd. - Representative office in Uzbekistan, Apt. 3, 5
Mashtabib (Pavlova) Street., Tashkent 700060 Uzbekistan,
tel./fax: +998-711-20 75 63

КИТАЙ

Purolite (China) Limited, Chenguan County, Dequin City,
Xhejiang Province, 313200.
Telephone: (86) 572-8422908/8422819,
Telefax: (86) 572-8423954

СИНГАПУР

Purolite International (Singapore) PTE Limited, 32-04 The Concourse, 300 Beach
Road, 199555.
Telephone: (65) 297-0889/297-1453, Telefax: (65) 297-1986

ТАЙВАНЬ

Purolite International, 16F-2, No. 191, Fu-hsing N. Road, Taipei.
Telephone: (886) 2-546-7078, Telefax: (886) 2-546-7069

КОРЕЯ

Purolite International (Korea) LLC, Dae Yeon Bldg., Suite 403,
943-30 Daechi-dong, Kangnam-gu, Seoul.
Telephone: (82) 2-3453-7062/7063,
Telefax: (82) 2-3453-7064

Web Site: <http://www.purolite.com>

Любые предложения и/или рекомендации, приведенные выше и касающиеся использования продукции Пьюролайт, основываются на результатах испытаний и/или данных, которые считаются надежными. Однако, так как Пьюролайт не в состоянии контролировать использование своей продукции третьими сторонами, ни одно из упомянутых предложений и/или рекомендаций не несет никаких явно выраженных или подразумеваемых гарантий компании Пьюролайт, также как и любая информация, содержащаяся в данном тексте, не может быть воспринята как рекомендация к нарушению любых действующих патентов.

ПЬЮР ЛАЙТ

© 2005 г.