

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

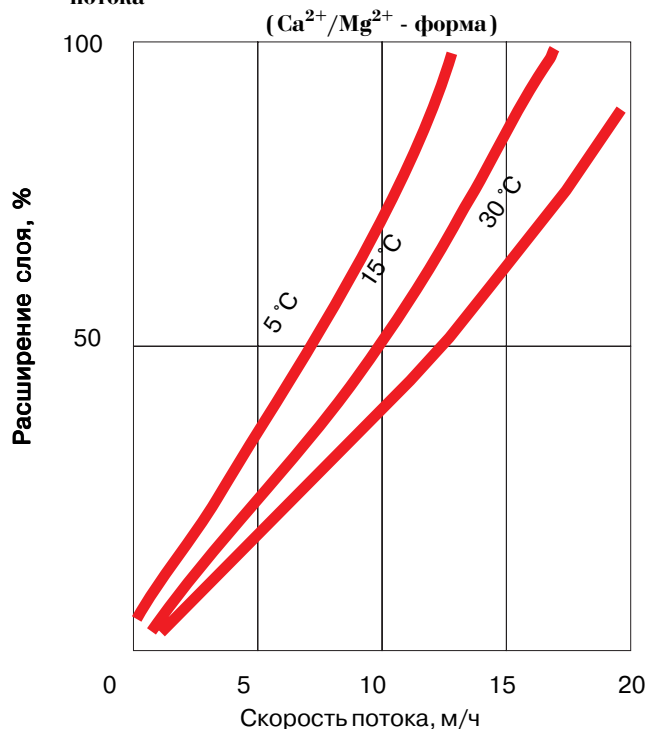
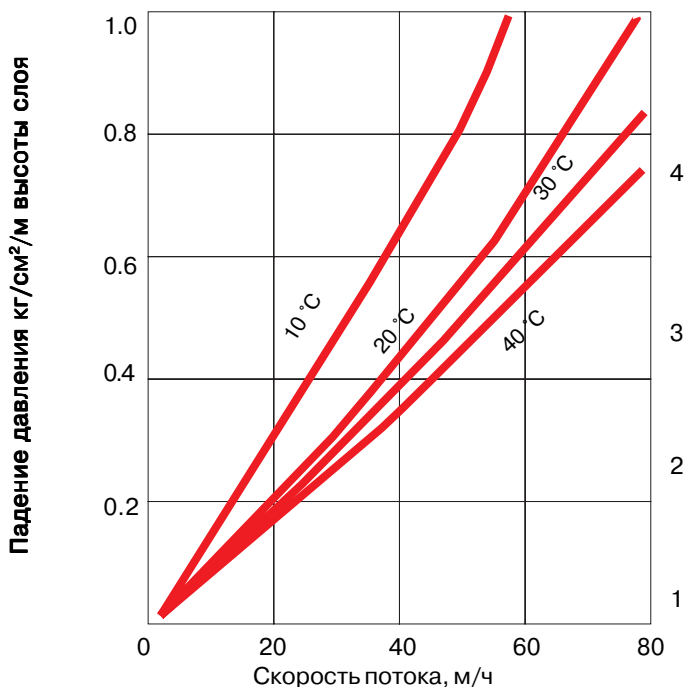


Рис. 2 Перепад давления по слою в зависимости от скорости потока



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 слабнокислых 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)

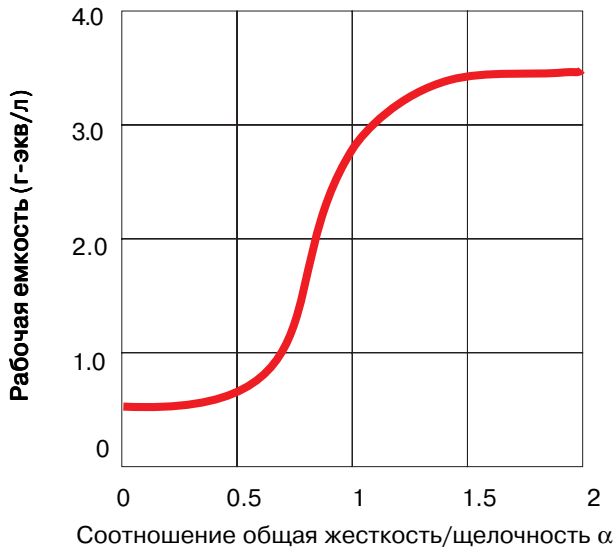
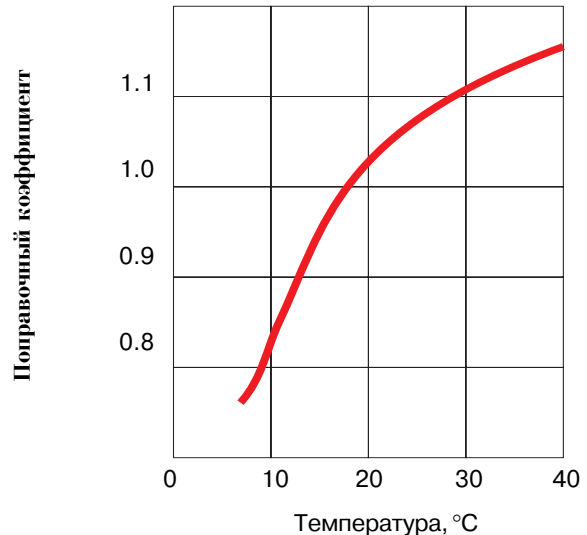


Рис. 4 Поправочный коэффициент по температуре



Удельные расходы регенерирующих веществ

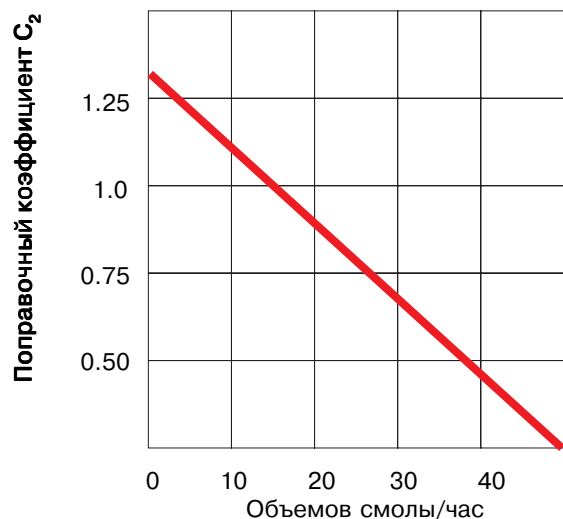
Если Q - рабочая емкость катионита, выраженная в граммах-эквивалента на литр, то необходимое для регенерации количество 100%-ной соляной кислоты будет равно 38,3 г на литр смолы, а 93%-ной серной кислоты - 55,37 г на литр смолы.

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%).