



Dow Liquid Separations

Ионообменные смолы DOWEX™

DOWEX MAC-3

Техническая информация

Слабокислотная катионообменная смола DOWEX™ MAC-3

Общая информация

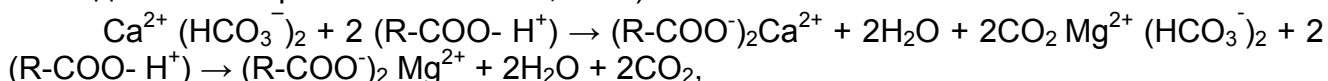
Смола DOWEX™ MAC-3 представляет собой макропористую слабокислотную катионообменную смолу высокой обменной емкости с прекрасной эффективностью регенерации, очень высокой сопротивляемостью осмотическому шоку, обладающую высокой химической устойчивостью и механической прочностью. Эта смола основана на полиакрило-дивинилбензольной матрице, содержащей карбоксикислотные функциональные группы. Имеется четыре вида этой смолы:

DOWEX MAC-3: стандартный тип для использования в одинарных слоях.

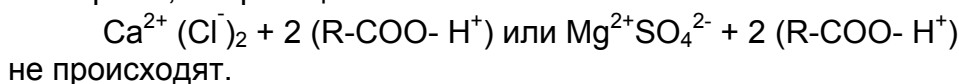
DOWEX MAC-3 PS: специально улучшенная для использования в противоточных системах регенерации с зажатым слоем.

DOWEX UPCORE™ MAC-3: специально улучшенная для использования в противоточной системе регенерации UPCORE с восходящим потоком.

При очистке воды смола DOWEX MAC-3 очень эффективна при удалении кальция и магния. Благодаря ее слабокислотной функциональности смола DOWEX MAC-3 снижает временную жесткость (кальций и магний, связанные с щелочностью воды), но не постоянную жесткость (жесткость, связанную с кислотностью, вызванной свободными минеральными солями, КСМ):



в то время, как реакции:



Помимо очистки воды эту смолу можно использовать и для других целей, включая обработку сточных вод и извлечение металлов. Смола DOWEX MAC-3 может поставляться по заказу для использования при приготовлении пищи и питьевой воды в соответствии рекомендациями органов здравоохранения или с требованиями, относящимися к общему органическому углероду (ТОС). В таких случаях выдаются рекомендации по предварительной подготовке смолы к использованию.

Гарантированные торговые параметры	H ⁺ -форма
Полная обменная емкость, экв/л минимальная	3,8
Содержание гранул с размерами 0.3–1,2 мм, миним. ^t	90

^t Дополнительную информацию о размере частиц можно найти в таблице «Сравнение распределений частиц» (Форма № 177-01775).

**Типичные физические и химические свойства
H⁺- форма**

Влагосодержание	%	44–50
Количество целых гранул	%	95–100
Общее набухание (H ⁺ → Ca ²⁺)	%	15
Плотность частиц	г/мл	1,18
Насыпной вес	г/л	750

Гидравлические характеристики

Расширение фильтрующего слоя при взрыхлении

Информация о расширении фильтрующего слоя при взрыхлении для смолы DOWEX™ MAC-3 приведена на рис. 1. Смола обычно используется в режиме прямотока с взрыхлением в течение короткого времени перед каждой регенерацией для удаления мелких частиц смолы. Рекомендуется производить расширение слоя на 80–100 % в течение 15 мин. В зависимости от качества подаваемой воды может потребоваться более длительное взрыхление (20–30 мин) для очистки смолы от накопившихся загрязнений.

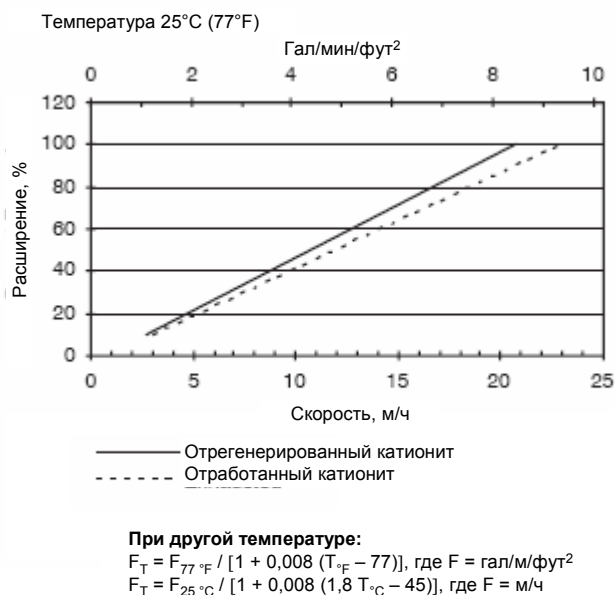


Рис. 1. Зависимость расширения фильтрующего слоя от скорости потока при взрыхлении

После регенерации и перед окончательной отмывкой смола также может подвергаться взрыхлению в течение 1 мин перед включением фильтра в работу для сброса давления, возникшего на поверхности слоя в результате расширения смолы.

Изменение объема смолы во время работы фильтра может достигать 10 %, если смола используется до полного истощения. Это означает, что скорость при взрыхлении должна быть уменьшена примерно на 10 %, если слой подвергается взрыхлению после регенерации.

Перепад давления

Перепад давления зависит от нескольких факторов. В них входят тип смолы, размер и распределение гранул, пористость, скорость фильтрования и температура. Конструкция фильтра также может влиять на потерю напора, и потери напора на дренажно-распределительных устройствах могут быть значительными.

Данные, приведенные на рис. 2, отражают перепад давления на единицу высоты слоя в зависимости, как от скорости фильтрования, так и от температуры воды для смолы стандартного типа (размер частиц смолы 0,3–1,2 мм). Эти данные относятся к свежей смоле после взрыхления слоя и оседания частиц, и их следует рассматривать как ориентировочные. Общая потеря напора в работающем фильтре также зависит от его конструкции. На нее существенно влияет конструкция дренажно-распределительных устройств. Из-за более узкого распределения размеров частиц перепад давления для смолы DOWEX™ MAC-3 PS и DOWEX UPCORE™ MAC-3 может быть ниже на ~5% показанного на рис. 2.

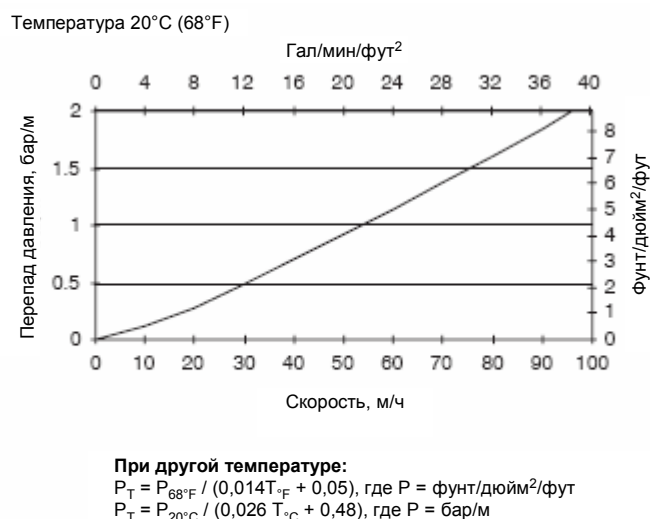


Рис. 2. Перепад давления на фильтрующем слое

Рабочие характеристики

Рекомендуемые условия	рабочие	
Максимальная температура	рабочая	120 °C
Диапазон pH		5–14

Высота фильтрующего слоя, минимальная	800 мм
Скорости потока:	
Фильтрование/Быстрая отмывка	5–50 м/ч,
Взрыхление	см. рис. 1
Регенерация/ Отмывка	1–10 м/ч HCl, 5–20 м/ч H ₂ SO ₄
Отмывка	5–20 м/ч
Общее потребление воды на отмывку	3–6 объемов слоя
Регенерационный раствор	1–5% HCl или 0,5–0,8 % H ₂ SO ₄

Рекомендованные рабочие условия приведены как образец и их не следует воспринимать как обязательные. Кинетические свойства смолы DOWEX™ MAC-3 таковы, что регенерация как при помощи HCl, так и при помощи H₂SO₄ не влияет на обменную емкость смолы, а продолжительность регенерации сокращается. Однако важно отметить, что при использовании в качестве регенерационного раствора H₂SO₄ концентрация образующегося сульфата кальция существенно превосходит его растворимость. Возникающее пересыщение является приемлемым при условии, что регенерация проводится в соответствии с некоторыми правилами: рекомендуется проводить регенерацию при помощи серной кислоты с концентрацией не более 0,8 % в течение менее 30 мин. Важно также немедленно производить отмывку по окончании регенерации.

Технологические процессы

Частичное обессоливание с использованием одной смолы DOWEX MAC-3

Эффективно применение смолы DOWEX MAC-3 для снижения временной жесткости и связанной с ней щелочности, если далее по потоку очищаемой воды установлен декарбонизатор. В такой комбинации смола обычно применяется при прямоточной регенерации и работает почти со 100-процентной химической эффективностью.

На обменную емкость смолы влияет кинетика и качество очищаемой воды, которые могут привести к раннему истощению смолы. В идеальном случае количество используемой для регенерации кислоты также следует уменьшать, но обычно это невозможно и смола оказывается перерегенерированной. Это влияет на pH очищенной воды, в особенности в начале рабочего цикла (рис. 3). Значение pH может быть увеличено путем добавления приблизительно 5–10 мг/л NaOH в бак декарбонизированной воды (рис. 4). Коррекцию pH при добавлении NaOH можно проводить по показаниям pH-метра. При достаточной емкости для хранения готовой очищенной воды происходит десорбция углекислого газа, и коррекция pH не требуется.

Если общая жесткость в очищаемой воде превосходит щелочность (по эквивалентам), жесткость будет удаляться до уровня щелочности. В этих условиях бикарбонат натрия отсутствует и обменная емкость смолы высокая (рис. 9A при соотношении «жесткость/щелочность» > 1).

Если щелочность превосходит общую жесткость, бикарбонат натрия присутствует и происходит снижение обменной емкости слабокислотного катионита в

результате присутствия ионов натрия, когда необходимо удаление натрия (рис. 9А при соотношении «жесткость/щелочность» < 1).

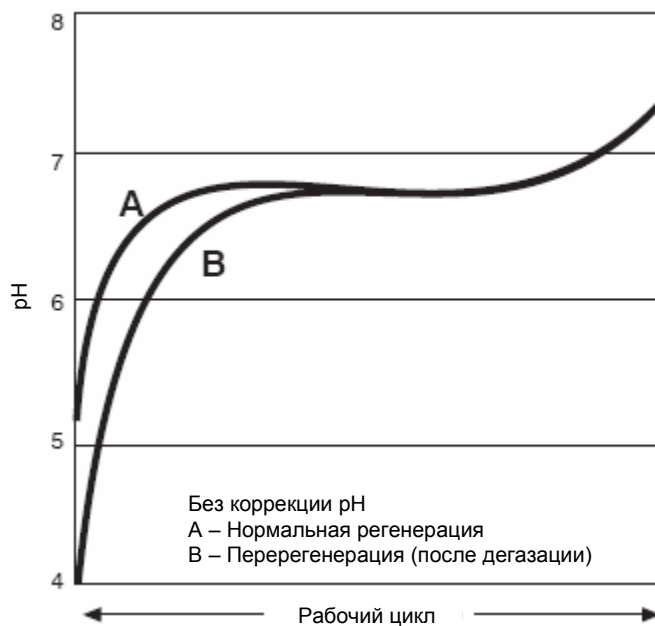


Рис. 3. Изменение рН без коррекции

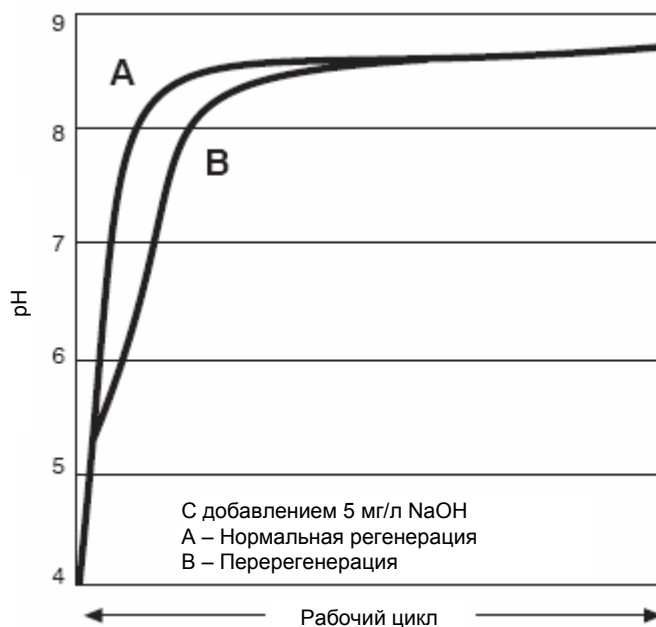


Рис. 4. Изменение рН при коррекции

Полное обессоливание с использованием смолы DOWEX™ MAC-3 вместе с сильнокислотным катионитом

Для удаления всех катионов в схеме полного обессоливания после смолы DOWEX™ MAC-3 помещается сильнокислотный катионит. Такое сочетание слабокислотного и сильнокислотного катионитов особенно выгодно при очистке жестких щелочных вод. Однако если в воде концентрация натрия велика, возможно применение только одного противопоточного катионитного фильтра со смолой DOWEX MARATHON™ C.

При использовании смолы DOWEX MAC-3 вместе с сильнокислотным катионитом проскок щелочности после нее удаляется сильнокислотным катионитом. При этом общие эксплуатационные качества смолы DOWEX MAC-3 улучшаются за счет использования дополнительной обменной емкости.

Если в очищаемой воде соотношение «жесткость/щелочность» > 1, обменная емкость смолы DOWEX MAC-3 может даже приближаться к полной обменной емкости смолы. Это показано на рис. 5. Если отношение «щелочность/жесткость» > 1, обменная емкость смолы DOWEX MAC-3 снижается, если необходимо удалять бикарбонат натрия, но превышение все равно ведет к дополнительной обменной емкости слабокислотного катионита (рис. 6). Однако в определенный момент происходит проскок бикарбоната натрия.

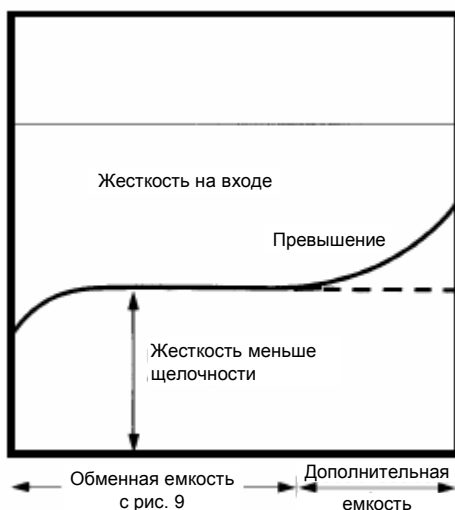


Рис. 5. Жесткость больше щелочности



Рис. 6. Щелочность больше жесткости

В отличие от слабокислотных катионитов обменная емкость сильнокислотных катионитов, например смолы DOWEX™ MARATHON™ C, может возрастать в присутствии бикарбоната натрия, поэтому можно отказаться от применения слабокислотного катионита, если отношение «жесткость/щелочность» в очищаемой воде ниже 0,8.

Существуют две основных схемы использования слабокислотных и сильнокислотных катионитов. В первой схеме катионит DOWEX MAC-3 находится в отдельном фильтре, за которым следует фильтр, содержащий сильнокислотный катионит, например, катионит DOWEX MARATHON C (схема отдельного использования катионитов). Вода сначала проходит через катионит DOWEX MAC-3, а затем через сильнокислотный катионит. Если в качестве регенерационного раствора используется HCl, то его можно пропускать последовательно через оба фильтра в противоположных направлениях (рис. 7). При использовании в качестве регенерационного раствора H₂SO₄ рекомендуется разбавить кислоту до 1 % после сильнокислотного катионита, или регенерировать обе смолы по отдельности (например, в проточном режиме).

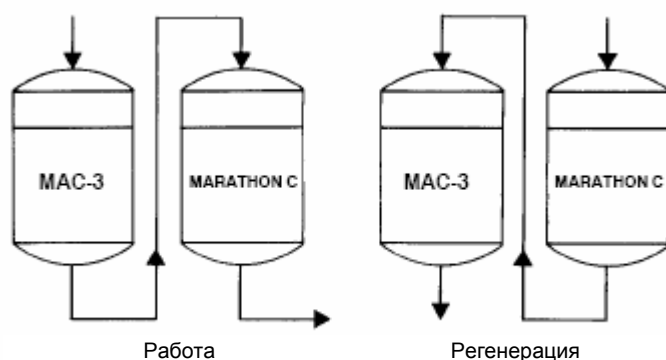


Рис. 7. Схема отдельного использования катионитов

Другая схема (рис. 8) заключается в размещении слоя смолы DOWEX MAC-3 поверх слоя смолы DOWEX HGR-W2 или DOWEX MONOSPHERE™ 650C в одном и том же фильтре (схема совместного использования катионитов). В этом случае регенерацию предпочтительно осуществлять восходящим потоком регенерационного раствора, а очищаемую воду направлять сверху вниз (противоток). Для предотвращения осаждения CaSO₄ необходимо либо регенерировать весь слой раствором H₂SO₄ с концентрацией < 1%, (что снижает обменную емкость сильнокислотного катионита), либо предусмотреть разбавление кислоты на границе раздела слоев катионитов. Это облегчается, если в фильтре установлено дренажно-распределительное устройство на границе раздела.

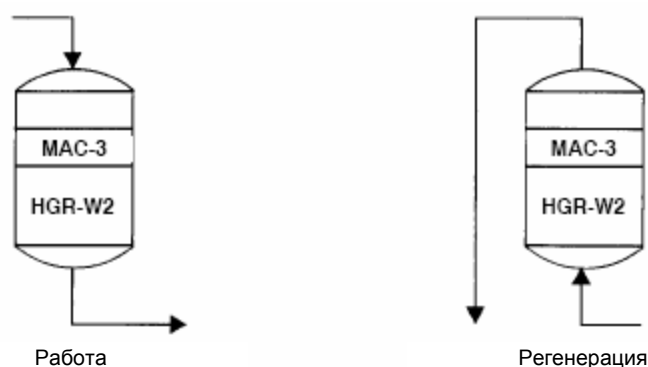


Рис. 8. Схема совместного использования катионитов

Возможно использование одного сильнокислотного катионита, работающего с противоточной регенерацией. Этот вариант может быть более эффективен, чем комбинация со слабокислотным катионитом. Тем не менее, существуют случаи, когда комбинация смолы DOWEX™ MAC-3 и смолы DOWEX HGR-W2 или DOWEX MONOSPHERE™ 650C является идеальной, при условии адекватного разделения смол.

Динамическая обменная емкость при прямотоке

Для того, чтобы определить динамическую обменную емкость с помощью информации, представленной на рис. 9:

1. На графике *A* найти точку пересечения линии «Общая концентрация катионов» с линией «Отношение жесткость/щелочность». Спроецировать точку пересечения на ось ординат графика *B*.

2. Изобразить на графике *B* линию, идущую от точки, спроецированной на ось ординат, с наклоном, аналогичным наклону уже имеющихся на графике *B* линий. Найти точку пересечения изображенной на графике *B* линии с линией «Температура». Спроецировать точку пересечения на ось ординат графика *C*.

3. Изобразить на графике *C* линию с наклоном, аналогичным наклону уже имеющихся на графике *C* линий. Найти точку пересечения изображенной на графике *C* линии с линией «Фильтроцикл x Щелочность». Спроецировать точку пересечения на шкалу «Динамическая обменная емкость» графика *C*.

4. Отметить значение динамической обменной емкости на шкале «Динамическая обменная емкость».

Определение: фильтроцикл – число часов от начала очистки воды до наступления проскока.

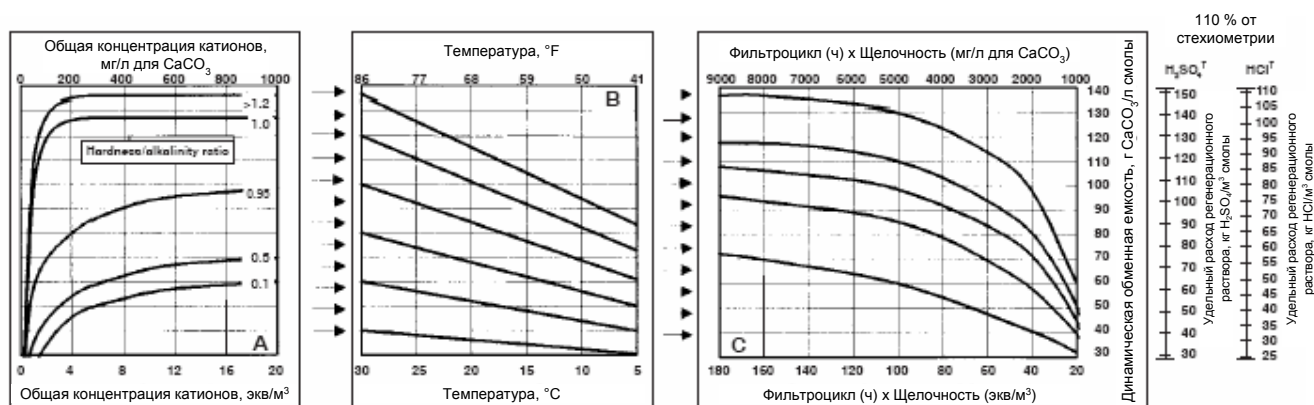


Рис. 9. Динамическая обменная емкость при прямотоке

Полное обессоливание с использованием смолы DOWEX™ MAC-3 в схеме с фильтром смешанного действия

Такая схема (рис. 10) является альтернативой обессоливанию с использованием катионитных и анионитных фильтров с противотоком. Решение по выбору схемы зависит от ряда факторов, включая конструкцию фильтра смешанного действия.

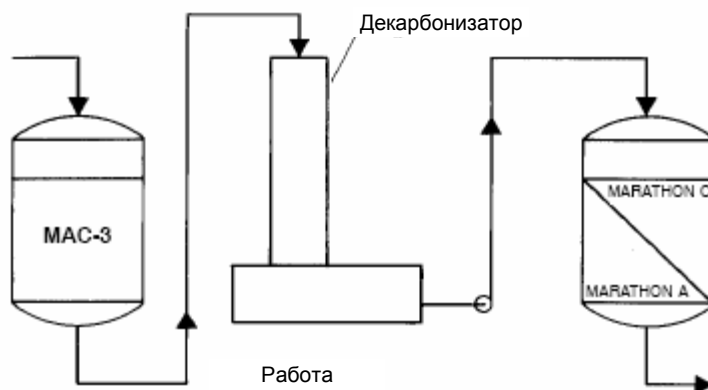


Рис. 10. Схема с фильтром смешанного действия

В этой схеме обычно используется небольшое количество сильнокислотного катионита, например, DOWEX MARATHON™ C, смешанного со смолой DOWEX MAC-3.

Обычно последовательная регенерация кислотой смолы DOWEX MAC-3 в схеме с фильтром смешанного действия не применяется, поскольку трудно организовать подачу регенерационного раствора. Хотя теоретически, последовательное использование кислоты вполне осуществимо.

Удаление щелочности и жесткости (смола DOWEX MAC-3 в Na-форме)

Это прекрасный технологический процесс для получения воды с очень низкой жесткостью и низкой щелочностью. Схема (рис. 11), в которой DOWEX MAC-3 используется для получения питательной воды котлов низкого давления и систем охлаждения, известна почти 40 лет.

Щелочность очищенной воды составляет 20–40 мг/л, а жесткость меньше 5 мг/л.

Значение pH может регулироваться произвольно: обычно $pH \approx 9,0$ для котлов низкого давления и $pH = 7,8$ для систем охлаждения.

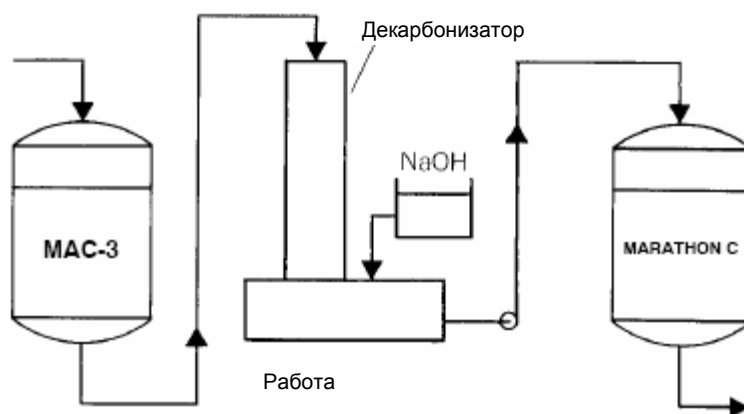


Рис. 11. Схема с использованием смолы DOWEX MAC-3 в Na-форме

Специальные приложения

Специальные характеристики селективности смолы DOWEX™ MAC-3 расширяют область ее использования. Здесь приведены некоторые примеры.

Становится стандартной практикой проектировать ионообменные установки таким образом, что кислые сточные воды катионитных фильтров используются для нейтрализации щелочных стоков анионитных фильтров. Однако общий объем сточных вод при этом может быть достаточно большим и превосходить пределы сброса сточных вод. Одним из методов обработки таких отходов является пропускание их через слой смолы DOWEX MAC-3 с последующим добавлением небольшого количества щелочи для повышения pH, например, до 7,5.

Другой интересный аспект использования слабокислотного катионита был отмечен производителями пива, которые хотят регулировать содержание магнезии. В качестве примера, если в очищаемой воде присутствуют 60 % кальция и 20 % магния, а щелочность составляет 80 %, то кальций и магний будут удалены, но в неодинаковой степени в рабочем цикле. В начале цикла будет удаляться больше магния и меньше кальция, а в конце ситуация изменится на противоположную. Если две или более установок работают параллельно и «идут не в ногу», то можно получить постоянное соотношение «кальций/магний».

Офисы Dow Liquid Separations

За дополнительной информацией обращайтесь по следующим адресам:

Dow Europe

Dow Customer Information Group
Liquid Separations
Prins Boudewijnlaan 41
B-2650 Edegem
Belgium
Tel. +32 3 450 2240
Tel. +800 3 694 6367 †
Fax +32 3 450 2815
E-mail: dowcig@dow.com

Dow Japan

Dow Chemical Japan Ltd.
Liquid Separations
Tennoz Central Tower
2-24 Higashi Shinagawa 2-chome
Shinagawa-ku, Tokyo 140-8617
Japan
Tel. +81 3 5460 2100
Fax +81 3 5460 6246

Dow China

Dow Chemical (China) Investment
Company Ltd.
Liquid Separations
23/F, One Corporate Avenue
No. 222, Hu Bin Road
Shanghai 200021
China
Tel. +86 21 2301 9000
Fax +86 21 5383 5505

Dow Pacific

Customer Information Group – Liquid
Separations
All countries except Indonesia and
Vietnam:
Toll free phone: +800 7776 7776
Toll free fax: +800 7779 7779

All countries:
Tel. +60 3 7958 3392
Fax +60 3 7958 5598
E-mail: dowcig@dow.com

Dow Latin America

Dow Quimica S.A.
Liquid Separations
Rua Alexandre Dumas, 1671
Sao Paulo – SP – Brazil
CEP 04717-903
Tel. 55-11-5188 9277
Fax 55-11-5188 9919

Dow North America

The Dow Chemical Company
Liquid Separations
Customer Information Group
P.O. Box 1206
Midland, MI 48641-1206
USA
Tel. 1-800-447-4369
Fax (989) 832-1465

Internet

<http://www.dowex.com>

† Номер бесплатного телефона для следующих стран: Австрия, Бельгия, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Венгрия, Ирландия, Италия, Нидерланды, Норвегия, Португалия, Испания, Швеция, Швейцария и Соединенное Королевство

Предупреждение: Такие окислители, как азотная кислота, при некоторых условиях разъедают органические ионообменные смолы. Это может вызывать все, что угодно: от незначительного разложения смолы до бурной экзотермической реакции (взрыву). Перед использованием сильных окислителей получите квалифицированную консультацию по обращению с такими материалами.

Примечание: Никакое освобождение от требований патента, принадлежащего Продавцу, не подразумевается. Поскольку условия использования и соответствующее законодательство могут отличаться от места к месту и могут изменяться со временем, Заказчик должен сам определять, соответствуют ли изделия и информация, приведенная в этом документе, целям Заказчика и сам решать, соответствует ли его рабочая площадка и методы утилизации требованиям соответствующих законов и других правительственных постановлений. Продавец не несет никакой ответственности за информацию, приведенную в этом документе. НИКАКИЕ ГАРАНТИИ НЕ ПРЕДОСТАВЛЯЮТСЯ. ВСЕ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ КОММЕРЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ И ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ КОНКРЕТНЫХ ЦЕЛЕЙ ПОЛНОСТЬЮ ИСКЛЮЧАЮТСЯ.

