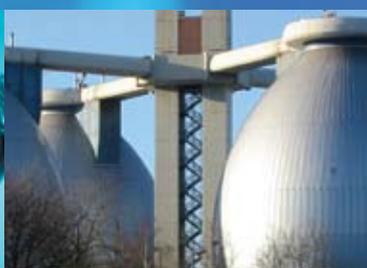


Polystabil[®]

Ингибиторы, предотвращающие
образование минеральных
отложений в установках очистки
сточных вод



Polystabil®

Ингибиторы отложений для предотвращения образования минеральных отложений на станциях очистки сточных вод

Содержание

ОТЛОЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	4
МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ В УСТАНОВКАХ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.	4
ТИПЫ МИНЕРАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ.	4
ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ.	5
МЕХАНИЗМЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ.	7
ЭФФЕКТИВНОЕ ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОДУКТОВ Polystabil.	12
ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ.	12
ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИНГИБИТОРОВ ОБРАЗОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ Polystabil.	15
МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ.	17
ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ.	20
СТАБИЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД.	20
ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ НА ПРОЦЕСС СУШКИ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД.	21

Отложения в системах водоснабжения.

На многих предприятиях промышленного масштаба, в производственных процессах которых применяется проточная вода, образование отложений представляет значительную проблему, поскольку это непосредственно воздействует на эффективность производственных установок. Последствия образования отложений могут проявляться в самых различных формах: например, даже очень тонкий слой отложений на поверхности теплообменников электростанций и нефтеперерабатывающих заводов заметно снижает эффективность и производительность агрегатов и предприятия в целом. С другой стороны, когда отложения в трубопроводной системе достигает определенной толщины, увеличивается нагрузка на насосы и/или заметно уменьшается пропускная способность трубопроводов. Если в трубопроводной системе используется жесткая вода, нарастание отложений может даже привести к полному блокированию трубопровода.

По самой общей классификации выделяются две основные группы отложений – неорганические и или минеральные (например, известняк или фосфатные отложения) и органические отложения. Последние образуются в результате агломерации бактерий, что, в свою очередь, приводит к множеству других проблем. Далее по тексту рассматриваются только неорганические отложения и проблемы, которые они вызывают в установках для очистки сточных вод. Отложения, которые образуются в установках для очистки сточных вод редко бывают чисто минерального или органического происхождения. Однако наиболее серьезную проблему представляют отложения, которые в основном образованы неорганическими компонентами.

Отложения в трубопроводах имеет различный вид и характеризуется различной степенью нарастания.



Отложения из карбонатов / окислов железа с органическими компонентами.



Отложения из карбонатов / окислов железа.



Отложения магний-аммоний фосфатов (МАР)

Минеральные отложения в установках для очистки сточных вод.

Типы минеральных отложений.



Известняк, кальцит: Карбонат кальция CaCO_3 .

Кристаллизация известняка наблюдается даже при значении показателя (pH) = 7,5. Он растворяется быстрее, чем, например, гидроксилapatит или магний-аммоний фосфат, и, вследствие тенденции к образованию пересыщенных растворов, способен формировать очень прочное отложение. Карбонатные отложения представляют проблему не только в установках для очистки сточных вод, но и в любых других системах, в которых применяется жесткая вода.



Магний-аммоний фосфат: $\text{NH}_4\text{Mg}[\text{PO}_4]\text{H}_2\text{O}$.

В зависимости от конкретных условий нарастания магний-аммоний фосфат может образовывать либо очень твердые неструктурированные отложения или отложения с очень мелкой кристаллической структурой, которая легко разрушается.



Характер кристаллизации магний-аммоний фосфата зависит от показателя pH и концентрации фосфата. При концентрации приблизительно 140 ppm кристаллизация может происходить даже при значении pH = 7, в то время как при концентрации 90 ppm и меньше для кристаллизации требуется значение pH не ниже 8.



Гидроокиси железа

Если в воде содержится большое количество железа, что имеет место, например, в установках для очистки стоков процесса химического удаления фосфатов или в старых трубопроводах для технической воды, изготовленных из железа, образуются отложения ржаво-коричневого цвета, состоящие из окислов железа и гидроокисей. Конкретный состав таких образований трудно определить визуально. Очень часто карбонатные и фосфонатные отложения в присутствии железа также образуют отложения ржаво-коричневого цвета.

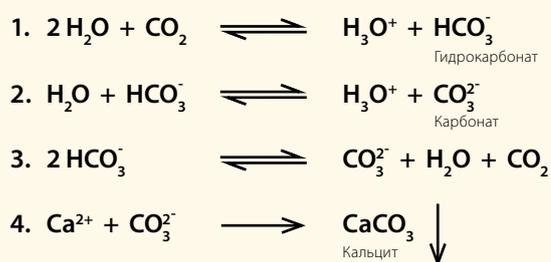
Гидроксиapatит: $[\text{3Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2]$

Как правило, фосфатсодержащие отложения содержат не чистый фосфат кальция, а смешанные кристаллы, состоящие из различных фосфоросодержащих солей, включая гидроксиapatит. Образование таких отложений происходит, главным образом, в фильтрате, выходящем из центрифуги, когда значение pH составляет приблизительно 8, концентрация фосфатов превышает 60 мг/л, а концентрация кальция превышает 80 мг/л. Структура таких отложений, как правило, носит не твердый кристаллический, а гранулированный или слизистый характер.

Причины образования отложений.

В различных типах воды, которая находится в установках для очистки сточных вод, таких как техническая вода, сточная вода и отработавшая вода со шламом, ионы, содержащиеся в воде, находятся в состоянии равновесия с растворенной двуокисью углерода. В зависимости от условий состояния равновесия, которое, в свою очередь, в любом случае зависит от температуры среды, вода имеет определенное значение показателя pH, уровень которого непосредственно влияет на растворимость солей, содержащихся в растворе.

При растворении двуокиси углерода в воде формируется буферная система, состоящая из карбоната и гидрокарбоната. Этот процесс описывается следующими реакциями равновесия.



Уравнение 3 показывает, почему осаждается карбонат кальция когда выделяется двуокись углерода: если двуокись углерода выводится из состояния равновесия, реакция усиливается соответственно правой части уравнения, в результате чего из гидрокарбоната образуется карбонат. При взаимодействии с ионами кальция он осаждается в форме кальцита, как показано в уравнении 4.

Если вода при этом подвергается перепадам давления, например, при перекачивании, сушке или обезвоживании и концентрирования в центрифугах, из равновесного раствора выделяется двуокись углерода. Это приводит к увеличению значения pH. При выделении двуокиси углерода нарушается равновесие угольной кислоты. Увеличение показателя pH, в свою очередь, приводит к увеличению концентрации анионов, таких как ионы карбонатов, гидрофосфатов и фосфат ионов. Если эти ионы находятся в равновесии с ионами металлов, такими как кальций, магний или железо, происходит осаждение так как имеет место превышение растворимости указанных солей.

По вышеупомянутым причинам образование карбонатных отложений чаще всего происходит в центрифугах в процессе обезвоживания. Затем отложений попадают в трубопроводы фильтрата центрифуги и часто остаются в центрифугах.

Кроме того, другой эффект способствует формированию фосфатных отложений. Если осаждение фосфатов происходит с солями железа, образуется фосфат железа (III). В анаэробных зонах, таких как метантенк, железо (III) вновь растворяется и восстанавливается до железа (II), таким образом, фосфат вновь становится доступным в растворенной форме. В установках биологического удаления фосфора, фосфор также может быть повторно растворен в анаэробной зоне до концентрации 150 ppm.

Образование минеральных отложений может привести к серьезным повреждениям центрифуг. Отложения образуются не в процессе работы установок, а, главным образом, в течение периодов простоя оборудования. В результате этого повреждения, как правило, происходят при повторном запуске механизмов.



Повреждения, вызванные отложениями в зоне сброса фильтрата с центрифуги.

В процессе деструкции белка в анаэробной среде образуется сульфид из серосодержащих аминокислот. Этот сульфид в присутствии железа (II) образует труднорастворимый сульфид железа (FeS, пирит). Это вещество в основном содержится в шламе, в результате чего ил приобретает темный цвет. Отложения FeS на стенках встречается крайне редко.

Если в воде содержится фосфат, он может вступать в реакцию с любым присутствующим кальцием, в результате чего формируется труднорастворимый фосфат кальция. Фосфаты также реагируют с магнием и аммонием, образуя магний-аммоний фосфат. Аммоний присутствует в высоких концентрациях, поскольку он образуется в процессе анаэробного разложения азотосодержащих аминокислот.

В анаэробных системах, таких как метантенки, значительное количество фосфата может вновь растворяться в воде: до 15 % химически связанного фосфата и вплоть до 150 ppm фосфата, связанного биологически, может освобождаться повторно и образовывать осадки с ионами кальция.



Механизмы предотвращения образования отложений.

Механизм предотвращения образования отложений определяется отношением скорости протекания зародышеобразования кристаллов и ростом кристаллов.

Термин «образование центров кристаллизации» относится к спонтанному формированию микроскопических частиц (микрорекристаллитов) из растворенных ионов, например, кристаллитов карбоната кальция из растворенного кальция и карбонатных ионов. Эти крошечные кристаллы могут спонтанно распадаться или продолжать расти до определенного сверхкритического размера. При достижении этого размера они становятся макрорекристаллами и переходят в устойчивое состояние. Распад прекращается, и постепенно формируются крупные кристаллические структуры, которые называют «отложениями».

Для описания механизмов предотвращения образования отложений часто применяются следующие термины:

- Пороговый эффект;
- Ингибирование (подавление) / разрушение кристаллической структуры / стабилизация;
- Дисперсия.

Коммерчески доступные продукты позволяют обеспечить эти эффекты в большей или меньшей степени, в то время как основным определяющим фактором остаются химические свойства продуктов. Например, составы на основе полиакрилата демонстрируют незначительные возможности стабилизации, но обеспечивают очень хороший дисперсионный эффект. Продукты с высоким содержанием фосфонатов обеспечивают эффективную стабилизацию, но очень слабую дисперсию. В отличие от них сополимеры акрилата сульфокислоты демонстрируют очень высокий уровень эффективности по обоим параметрам. Действие реагента можно оптимизировать посредством его модификации, например, изменения коэффициента сополимеризации мономеров.

Изменения свойств ингибиторов образования отложений в зависимости от состава мономера: свойства продуктов можно оптимизировать применительно к конкретному процессу посредством контролируемой сополимеризации или смешиванием полимеров.

	Стабилизация	Диспергирование
Акрилаты	-	+
Сульфонаты	++	++
Фосфонаты	++	-

Пороговый эффект.

Пороговый эффект заключается в том, что пересыщенный раствор, например, карбоната кальция, сохраняет устойчивость в течение продолжительного времени без визуально заметного осаждения при добавлении полиэлектролита (например, полиакрилата натрия) в достехиометрическом количестве.

Данный эффект можно описать следующим образом:

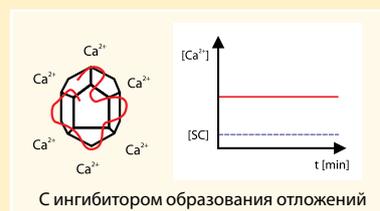
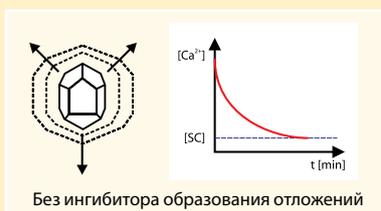
- Присутствует пересыщенный раствор карбоната кальция с достаточным количеством ингибитора образования отложений.
- Вместе с карбонатами ионы кальция образуют нерастворимый микрокристаллический карбонат кальция, который сразу же покрывается молекулами ингибитора образования отложений в результате поверхностной адсорбции.
- Эти нерастворимые частицы микроскопического размера (50 - 1000 нанометров) рассеиваются в ингибиторе образования отложений, что предотвращает их дальнейший рост. В результате этого содержание растворенного карбоната кальция падает ниже концентрации насыщенности (предела растворимости), что в итоге препятствует дальнейшему образованию частиц.

В лабораторных условиях очень трудно отличить частицы карбоната кальция, которые фактически растворились, от микрокристаллических частиц карбоната кальция. Такой «пересыщенный» раствор состоит как из фактически растворенного, так и из дисперсного карбоната кальция. Но поскольку жидкость остается прозрачной, кажется что этот состав является пересыщенным раствором.

Как будет описано ниже, пороговый эффект не является фактически действующим механизмом в прямом смысле, а скорее является последствием наблюдаемого воздействия.

Графическое представление порогового эффекта

С левой стороны: Концентрация раствора, пересыщенного ионами кальция, без добавления ингибитора образования отложений постепенно уменьшается, поскольку ионы кальция из раствора преобразуются в корпускулярные кристаллы, содержащие кальций. Эти кристаллы растут, и постепенно становятся визуально заметными отложениями. Одновременно концентрация кальция в растворе падает и достигает концентрации насыщения.



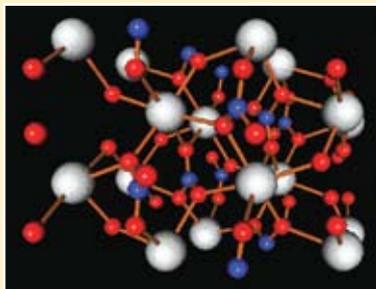
С правой стороны: При добавлении в систему ингибитора образования отложений он адсорбируется на поверхности кристаллов и замедляет их дальнейший рост. Концентрация кальция в растворе остается постоянной, поскольку больше не происходит перехода ионов кальция в твердое состояние. В результате этого концентрация кальция в растворе превышает концентрацию насыщенности. Пересыщенный раствор приобретает стабильное состояние.

Ингибирование.

Действие ингибитора образования отложений основано на разрушении кристаллической структуры, подавлении кинетики роста кристаллических ядер и, соответственно, роста отложений. При этом также значительно подавляется тенденция агломерации кристаллов. В большинстве случаев для этой цели применяются полифосфонаты или поликарбоксилаты (также как и полиакрилаты).

Механизм действия можно наглядно продемонстрировать на примере следующей модели: жесткость отложений в значительной степени зависит от симметричности ее роста. На стадии микрокристаллитов ингибиторы образования отложений еще не в состоянии воздействовать на рост кристаллов, поскольку их молекулы на этом этапе слишком велики по сравнению с кристаллами.

Кристаллическая решетка
карбоната кальция.



-  Углерод
-  Кислород
-  Кальций

В основном, чем меньше посторонних ионов или других примесей содержит кристалл, тем выше его жесткость.

Тем не менее, в случае микрокристаллитов ингибиторы образования отложений, благодаря отрицательному заряду карбоксилирующихся групп, могут занять узлы решетки анионов, и таким образом прекратить их дальнейшее регулярное проникновение в кристалл. Полиакрилаты покрывают поверхность кристаллов в горизонтальном положении, и уже не так быстро нарастают до следующего слоя. В результате всего этого происходит нарушение кристаллической структуры отложений.

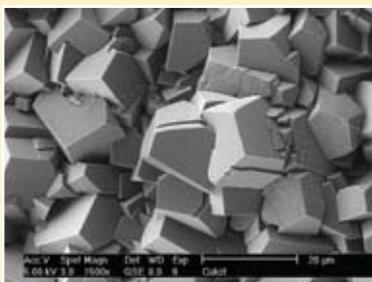
Микроскопические исследования показали, что кристаллы в присутствии ингибиторов образования отложений имеют меньший размер и, в отличие от типичных остроугольных чистых кристаллов, имеют заметно округленную форму.

При нарушенной регулярности роста отложение получается более хрупким, чем при нормальном росте, в связи с чем оно становится более подверженной разрушению, и легче отделяется от стен. Кроме того, вследствие округления кромок затрудняется взаимная агломерация кристаллитов.

Адсорбция молекул ингибитора на кристаллической поверхности не является статическим процессом, а представляет собой динамическое состояние равновесия: молекулы ингибитора высвобождаются вновь, диспергируют и занимают другие поверхностные узлы. Рост деформированных кристаллических структур, подвергшихся их воздействию, значительно замедляется. Только этим можно объяснить тот факт, что незначительное количество ингибитора по сравнению с количеством ионов, стимулирующих рост кристаллов и образование отложений, оказывает столь эффективное воздействие. Благодаря большому количеству карбоксильных групп в каждой молекуле, одна молекула может воздействовать на многие центры роста кристаллов.

Снимки чистой и подвергшейся воздействию ингибитора образования отложений кристаллической структуры кальцита, полученные с помощью электронного микроскопа

Без ингибитора образования отложений



С ингибитором образования отложений



На снимке слева хорошо заметны гладкие стороны, на которых имеет место рост кристаллов или через которые происходит агломерация кристаллов.

В отличие от этого на снимке справа видны хрупкие, менее похожие на кристаллические структуры, образовавшиеся под воздействием ингибитора образования отложений. Они быстро размячуются и выводятся из обработанной жидкости в форме свободного шлама.

Адгезионная прочность карбоксильных групп полиакрилатов зависит не только от химического строения полиакрилатов, но также и от степени ионизации кислотных групп. Ионизированные группы необходимы для эффективного электрического средства. При очень низких или, наоборот, очень высоких значениях показателя pH эффективность полиэлектролитов снижается.

Вообще говоря, подавление образования отложений заключается, с одной стороны, в замедлении роста кристаллической решетки, а с другой стороны – в формировании менее устойчивой системы, что упрощает отщепление отложений. Эффективность продуктов зависит от концентрации полимеров, типа функциональных групп, степени ионизации и молекулярной массы полимера.

Дисперсия

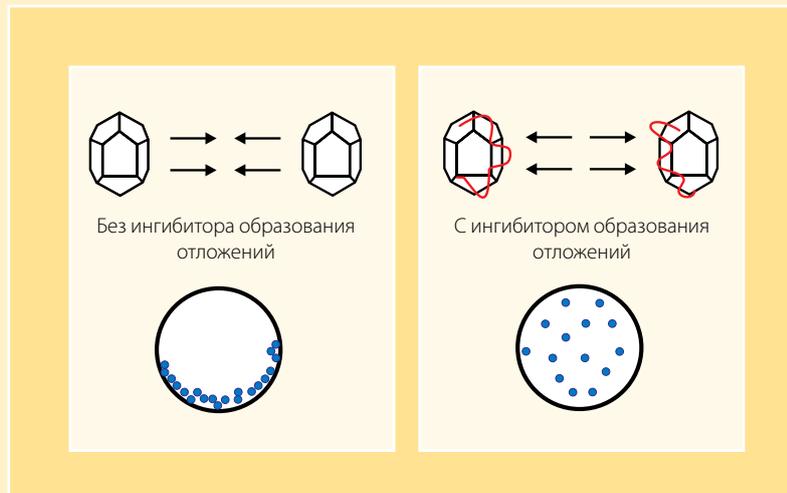
Механизм дисперсии зависит от типа среды (в данном случае – вода) и типа диспергируемых веществ, но он во всех случаях основан на адсорбции полиэлектролита на диспергируемых частицах.

Если диспергируются гидрофильные частицы, например, карбоната кальция или окислов железа, процесс стабилизации основывается на наращивании двойного электрического слоя между частицей и полиэлектролитом, например, полиакриловой кислотой. Поскольку частицы имеют заряды одинаковой полярности, они отталкиваются друг от друга. Дисперсия стабилизируется электрическими зарядами.

В случае дисперсии неионогенных или гидрофобных частиц, таких как частицы грязи или сажи, действие ингибитора основывается на пространственной стабилизации. В результате адсорбции длинноцепочечных полимеров на поверхности частиц уменьшаются силы притяжения (ван-дер-ваальсовские силы) между частицами. Барьер адсорбции должен составлять, по крайней мере, 100 ангстремов. По этой причине для данной формы стабилизации следует использовать только высокомолекулярные соединения, т.е. полимеры.

С левой стороны: Вследствие ван-дер-ваальсовского взаимодействия отдельные кристаллы стремятся к соединению (в верхней части рисунка). На макроscopicком уровне это приводит к образованию отложения на стенках трубы (в нижней части рисунка).

С правой стороны: Ингибитор образования отложений адсорбируется на кристаллической поверхности (в верхней части рисунка). Агломерация предотвращается одинаковыми отрицательными зарядами молекул ингибитора. Кристаллы остаются в дисперсном состоянии (в нижней части рисунка), в результате чего предотвращается образование отложений



Дисперсия плотно связана с адсорбцией полимеров на поверхности диспергируемого вещества. Практическим следствием этого является так называемый «расход продукта». Под этим подразумевается потеря или расходование полимера в процессе использования. Фактический расход продукта обычно превышает количество полимера, адсорбированное на частицах, потому что определенное количество полимера также адсорбируется на стенках трубы. Однако через некоторое время система достигает состояния равновесия, и расход полимера значительно уменьшается.

Тройное действие реагента
Polystabil

Стабилизация / ингибирование.

Вследствие нарушения структуры кристаллической решетки замедляется формирование устойчивого кристаллического отложения.

Пороговый эффект.

Повышается растворимость образующих отложения солей.

Дисперсия.

Молекулы полиакрилата покрывают кристаллические частицы, таким образом, предотвращая их совмещение и агломерацию.

Эффективное предотвращение образования отложений с помощью продуктов Polystabil®.

Практическое применение.

Для того, чтобы предметно и систематически решать проблемы, связанные с образованием отложений, рекомендуется придерживаться следующей процедуры:

Этап 1. Определить место образования отложений.

Наиболее распространенные места образования отложений в установках для очистки сточных вод включают центрифуги и трубопроводы очищенной жидкости центрифуг, а также насосы, загустители, теплообменники и колонны анаэробного сбраживания (в зависимости от условий технологического процесса).

Применение реагента Polystabil в
корне меняет ситуацию



С левой стороны: Отложения CaCO_3 / Fe_2O_3 в трубопроводе фильтрата центрифуги, выросшие в течение приблизительно одного года.



С правой стороны: Та же самая труба после первичной очистки и применения реагента Polystabil KWS в концентрации 10 - 15 ppm в течение приблизительно шести месяцев.

Этап 2. Определить тип отложений

Тип первичной очистки, выбор и дозирование продуктов зависят от типа отложений.

Тип отложений может быть с достаточной степенью уверенности определен на месте с помощью несложных способов.

Соли углекислоты: образуются газоподобные пузырьки при обработке уксусной кислотой или лимонной кислотой.

Фосфаты: медленно растворяются в среднеконцентрированных неорганических кислотах или щелочах без образования пузырьков.

Оксиды железа: определяются визуально, выглядят, как ржавчина.

Более точное определение состава отложений возможно только в лабораторных условиях.

Этап 3. Выбрать оптимальный реагент.

Оптимальный ингибитор образования отложений можно выбрать с помощью прибора P-MAC, используя для моделирования процесса образования отложений образец воды, взятый из места предполагаемого применения реагента. Вместе с тем, на практике было подтверждено, что ингибитор отложений Polystabil® KWS можно успешно применять для борьбы почти со всеми типами отложений и, в частности, с карбонатами. В случае очень высокого содержания железа в сточных водах достаточно эффективное ингибирование образования отложений может быть обеспечено применением полиакрилатов. В таких случаях рекомендуется использовать ингибитор образования отложений Polystabil NOW.

Многовалентные ионы металлов, например, железа (II) или железа (III), способны к формированию сложных соединений с полиакриловыми кислотами, тем самым снижая эффективность последних. Состав Polystabil NOW обеспечивает эффективное предотвращение образования отложений также в условиях повышенного содержания железа.



Карбонатные отложения с высоким содержанием оксидов железа.

Этап 4. Определить точку ввода реагента

Общее правило:

Точка ввода реагента должно находиться как можно ближе к месту образования отложений, но при этом должен быть обеспечен равномерный ввод в смесь.

С учетом химической природы ингибиторов образования отложений Polystabil® их эффективность может быть ослаблена под воздействием другими веществ, содержащихся в воде. По этой причине не следует применять реагенты в жидкой фазе на большом удалении от места их непосредственного действия.

Если образование отложений происходит во внутренней части центрифуги, продукты Polystabil можно вводить в той же точке, в которой вводится раствор флокулянта, т.е. непосредственно перед местом контакта с осадком сточных вод. Если отложения образуются в трубопроводе фильтрата центрифуги, рекомендуется вводить реагент непосредственно в трубы



Точка ввода должна быть расположена насколько возможно ближе к месту образования отложений.

Этап 5. Выполнить первичную очистку

Типы реагентов Polystabil, используемые для противодействия образованию минеральных отложений, не способны удалить отложения, которые уже присутствует. Поэтому перед началом использования реагента Polystabil необходимо выполнить первичную очистку, для чего при необходимости можно привлечь квалифицированных специалистов специализированной организации.

Продукты Polystabil просты в обращении и не требуют больших затрат

В большинстве случаев ингибиторы образования отложений Polystabil могут быть дозированы непосредственно в неразбавленной форме с помощью насоса. Предварительное разбавление рекомендуется только для очень вязкой среды. Рекомендуется, чтобы дозировочный насос был синхронизирован с системой управления центрифугой во избежание неправильного дозирования при выключенной установке.



На рисунке показан неразбавленный реагент Polystabil, добавляемый с помощью мембранного насоса в слив фильтрата центрифуги.

Этап 6. Обеспечить дозирование и оперативный контроль

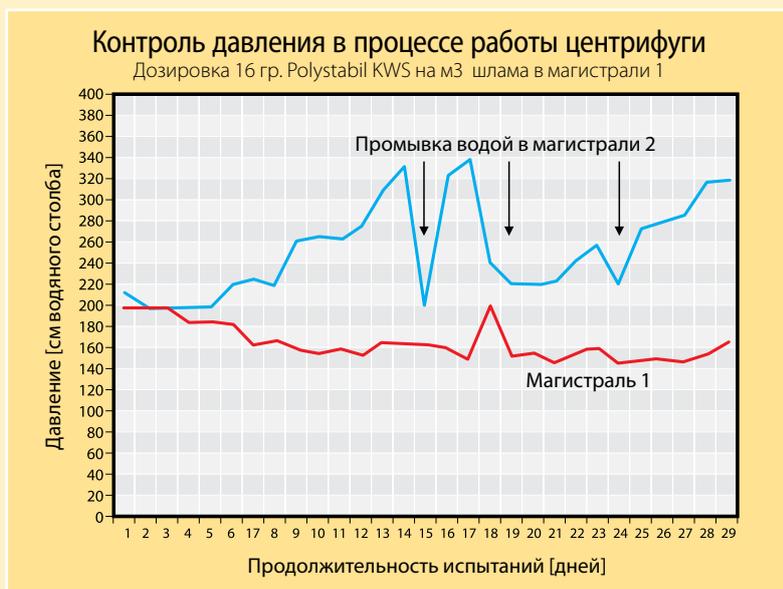
Определение доз продуктов для дозирования с помощью дозирующих насосов основывается на эмпирическом подборе или лабораторных рекомендациях. В большинстве случаев исходная доза соответствует концентрации 30 ppm. В случае очень интенсивного образования отложений дозу можно увеличить соответственно концентрации 40 - 50 ppm.

Эффективность действия реагента может быть проверена визуально, например, осмотром внутренней поверхности подверженных образованию отложений труб или отдельного трубопровода специально установленного в контрольных целях.

В другом варианте можно контролировать изменение давления в системе трубопроводов за определенный период: На рисунке показаны графики изменения давления, полученные по двум датчикам измерения давления, установленным в трубопроводах фильтрата центрифуги двух центрифуг, работающих одновременно. В одну из установок вводится ингибитор отложений Polystabil®, другая установка работает без реагента.

Периодичность измерений зависит выявленных ранее темпов образования отложений.

Текущий контроль давления в процессе работы центрифуги



Химические и физические свойства ингибиторов образования отложений Polystabil®

Ингибиторы образования отложений серии Polystabil представляют собой низкомолекулярные полимеры акриловой кислоты. В зависимости от целевого назначения они также включают добавки, используемые для оптимизации стабилизирующих и диспергирующих свойств реагентов.

Состав и типичные характеристики основных типов реагентов серии Polystabil

Polystabil	Состав	Молекулярная масса	pH	Содержание растворенных твердых веществ [%]	Вязкость [мПа*сек.]
KW	Полиакрилат	Низкомолекулярный	5-7	40	<250
KWD	Сополимер полиакрилата	Низкомолекулярный	5-7	40	<500
KWP	Полиакрилат / полифосфонаты	Низкомолекулярный	5-7	40	<250
KWS	Сополимер полиакрилата	Низкомолекулярный	5-7	40	<250
NOW	Терполимер полиакрилата	Низкомолекулярный	3-7	35	<250

Взаимосвязь между свойствами продуктов и диспергирующим действием.

Анионоактивные полиэлектролиты типа полиакриловой кислоты демонстрируют явно выраженную взаимозависимость между их диспергирующим действием и молекулярной массой. Например, гомополимерные полиакрилаты с молекулярной массой 1000 - 2500 более эффективны для подавления образования отложений, в то время как те же реагенты с молекулярной массой, превышающей 2500, демонстрируют хорошие диспергирующие свойства.

Взаимосвязь между свойствами продуктов и диспергирующим действием.

Polystabil KW	Полиакрилат с оптимизированной молекулярной массой, очень хорошими диспергирующими свойствами и хорошим стабилизирующим эффектом.
Polystabil KWD	Оба продукта представляют собой
Polystabil KWS	модифицированные полиакрилаты с очень хорошими диспергирующими свойствами и очень хорошими стабилизирующими свойствами. Эти полимеры идеально соответствуют требованиям предотвращения образования отложений и диспергации твердых частиц.
Polystabil KWP	Полиакрилат, содержащий полифосфонаты, с очень высокой эффективностью подавления образования отложений.
Polystabil NOW	Терполимер на основе полиакрилата. Особенно эффективен в средах с высокой концентрацией железа, в которых обычные полиакрилаты утрачивают свою эффективность.

Механизмы предотвращения образования отложений и дисперсии отличаются друг от друга. Например, фосфонаты являются хорошими ингибиторами образования отложений, но при этом не относятся к эффективным диспергирующим реагентам. Поэтому для получения хорошего ингибитора образования отложений, который одновременно являлся бы эффективным диспергирующим реагентом, необходимо комбинировать оба свойства в одном продукте.

Посредством изменения состава полиакрилатов можно изменить спектр действия реагента и получить специальные полимеры, специально адаптированные к требованиям конкретного целевого назначения.

Вязкость растворов Polystabil®.

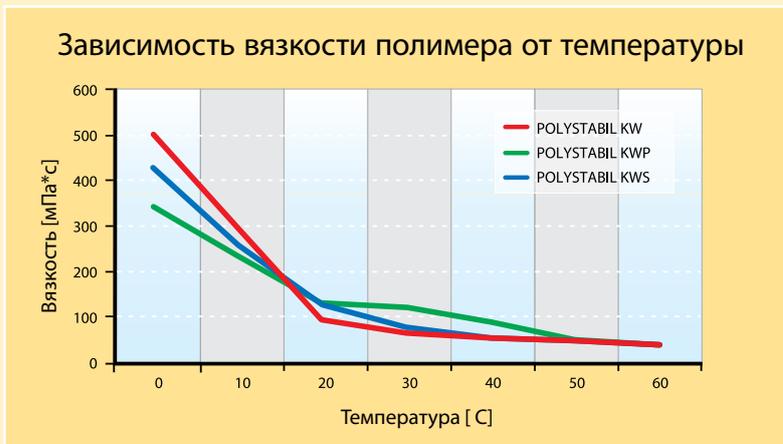
Во многих случаях вязкость применяемых полимеров имеет настолько большое значение, что влияет на характеристики используемых дозировочных насосов и температуру хранения реагента. На следующих графиках показана зависимость между температурой, концентрацией и вязкостью продуктов.

Как правило, вязкость растворов полимеров увеличивается по мере снижения температуры. Естественно вязкость можно также уменьшить путем разбавления.

Вязкость различных типов продуктов Polystabil относительно содержания активного вещества



Вязкость различных типов
продуктов Polystabil относительно
температуры



Коррозионное действие ингибитора отложений Polystabil® KWS.

Ингибитор образования отложений Polystabil KWS характеризуется крайне незначительным коррозионным воздействием на материалы, применяемые в теплообменниках. В присутствии ингибитора отложений Polystabil KWS в рабочих концентрациях коррозионные свойства и поведение материалов из стальных и титановых сплавов остаются неизменными. Поведение сплавов на основе никеля аналогично свойствам листовой стали.

В описанных ниже условиях проведения испытаний обычные стали (марка стали – С-37) и сопоставимые по характеристикам сплавы демонстрируют незначительные признаки пассивирования. В данных условиях проведения испытаний специальные латунные материалы продемонстрировали некоторую тенденцию к образованию коррозии. При этом наблюдалась достаточно низкая скорость развития коррозии, менее 0,01 мм/час, что соответствует требованиям целевого назначения. Не было отмечено никаких признаков коррозионного воздействия на бетон.

Коррозионные испытания проводились согласно методике, определенной в стандартной процедуре WK1-001-02. Концентрация реагента во всех проведенных испытаниях составляла 45 ppm. Испытания материалов проводились в сравнении с воздействием необработанной водопроводной воды. В качестве представительных образцов для каждой категории использовались следующие материалы:

Нелегированная сталь: номер материала: 1.0037 C-37.2

Легированный стальной сплав: номер материала: 1.4571, сталь В4А

Специальный латунный сплав: номер материала: 2.0460 CoMC76

Результаты лабораторных испытаний были подтверждены на практике. Не было подтверждено никакого ухудшения коррозионных свойств по сравнению с ранее применявшимися реагентами.

Методика проведения лабораторных испытаний

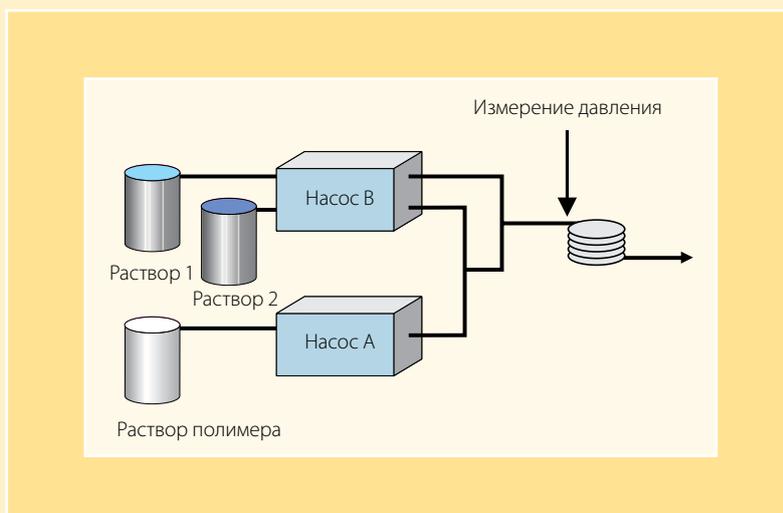
В качестве одного из вариантов для моделирования процессов формирования различных отложений можно использовать прибор P-MAC 2011. Данный прибор позволяет проводить непрерывное измерение увеличения давления в капиллярах вследствие образования отложений при изменяющихся или постоянных экспериментальных параметрах. Измерительная аппаратура P-MAC позволяет проводить динамический анализ эффективности ингибиторов образования отложений в процессе их воздействия на отложения (например – на карбонат кальция) в водном растворе.



Лабораторный прибор P-MAC.

В частности, данный метод позволяет проводить сравнение между различными продуктами. При этом можно изменять температуру среды или значение pH, а также состав. Вместо лабораторных растворов образующих отложения можно также использовать воду из обрабатываемой системы охлаждения. Широкий выбор возможных вариантов позволяет точно адаптировать экспериментальные условия соответственно конкретному целевому назначению реагентов.

Упрощенная схема установки для динамической проверки эффективности предотвращения образования отложений с помощью лабораторного прибора P-MAC



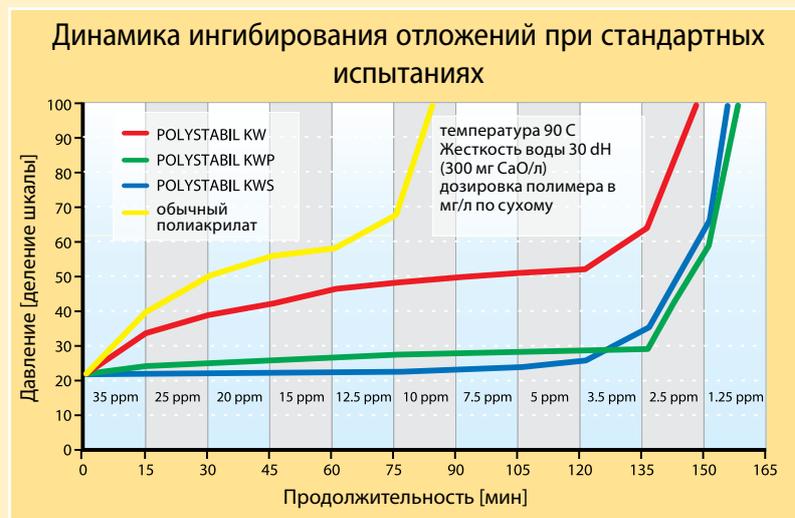
В экспериментальной конфигурации, показанной на рисунке, обрабатываемые растворы (например, растворы хлорида кальция и гидрокарбоната натрия) пропускаются по капиллярам с постоянным объемным расходом жидкости. Ингибитор образования отложений дозируется отдельно. После смешивания растворов происходит осаждение, например, карбоната кальция на внутренней стене трубки при температуре 90 °С.

Затем измеряется давление в трубке, и измеренное значение передается в регистрирующий прибор. Скорость и уровень изменения давления являются показателями степени эффективности определенного ингибитора образования отложений при определенной дозировке. Чем медленнее растет давление за определенный отрезок времени при определенной дозировке, тем выше эффективность продукта.

Стандартная процедура испытаний.

Данные испытания начинаются при концентрации ингибитора 35 ppm. Это значение слишком велико для практического применения. Однако действие некоторых слабых реагентов можно наблюдать только при высоких концентрациях. С другой стороны, при этой концентрации допустить передозировку, что приведет к уменьшению эффективности. Поэтому на следующих этапах содержание ингибитора постепенно уменьшается. При этом определяется оптимальный диапазон концентрации, обеспечивающий максимальную эффективность продукта. Если доза недостаточная, образуется больше отложений и, соответственно, увеличивается давление в измеряемых трубах.

Отчет по результатам измерений, полученных при проведении стандартных испытаний динамического предотвращения образования отложений



На рисунке показан график ингибирования для различных типов ингибиторов отложений серии Polystabil®, составленный по результатам испытаний в сравнении с показателями для стандартного полиакрилата. Приведенный выше график обеспечивает наглядное представление о диапазоне действия продуктов.

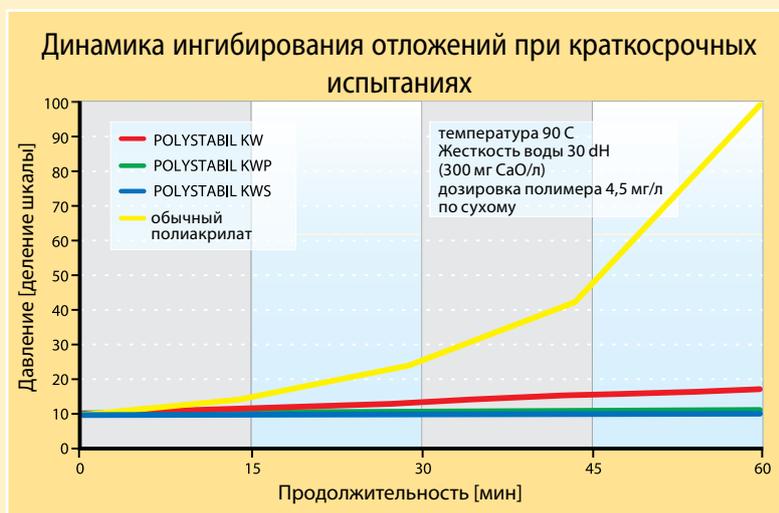
Однако основная цель проведения этих испытаний заключается в определении различий между продуктами таким образом, чтобы выбрать методику дальнейших испытаний после предварительного выбора по результатам стандартных испытаний.

Экспресс испытания.

Хорошие ингибиторы образования отложений могут лишь незначительно отличаться друг от друга по результатам стандартных испытаний. Исходя из этого, была разработана процедура дальнейших испытаний, в процессе которых отслеживается нарастание отложений в течение часа при постоянных низких концентрациях ингибиторов.

Поскольку данные испытания проводятся при низкой концентрации ингибитора = 4.5 ppm, могут быть обнаружены значительные различия между удовлетворяющими и неудовлетворяющими продуктами. В процессе испытаний по данной методике неудовлетворяющие ингибиторы образования отложений не способны замедлять рост отложений уже через 15 минут после ввода, в то время как действие наиболее подходящих реагентов продолжается более часа.

Подавление образования отложений различными типами реагентов Polystabil по результатам экспресс-испытаний



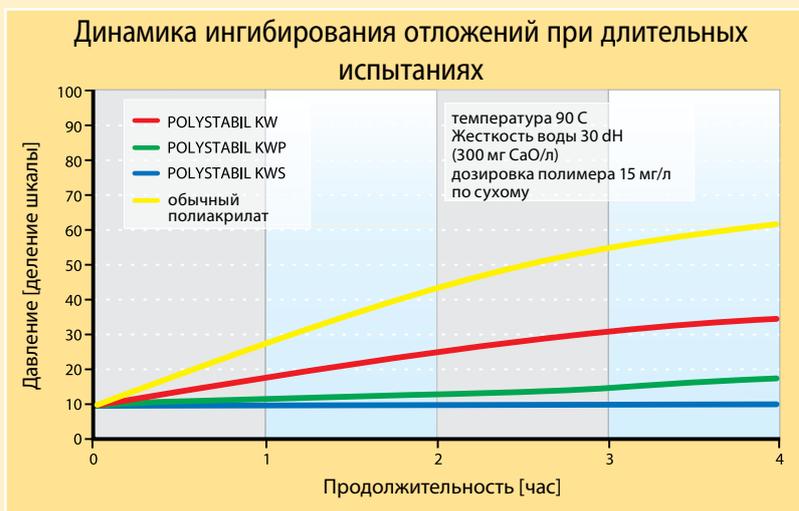
На графике представлено отличие между действием ингибиторов образования отложений Polystabil и обычного полиакрилата. При использовании продуктов Polystabil KWP и KWS в данной дозировке не отмечается увеличения давления в течение всего эксперимента; при добавлении реагента Polystabil KW наблюдается лишь незначительный равномерный рост давления, в то время как при использовании обычного полиакрилата давление непрерывно растёт, что является признаком непрерывного роста отложений.

Длительное испытание.

Длительное испытание позволяет получить результаты, намного более приближенные к фактическим условиям практического применения реагентов по сравнению с испытаниями, описанными выше. Кроме того, длительные испытания также позволяют провести более точную дифференциацию между различными ингибиторами образования отложений.

Вследствие более интенсивного воздействия, обусловленного продолжительностью эксперимента, применяемая дозировка должна быть выше, чем при проведении экспресс-испытаний. Для всех используемых продуктов давление в течение одного часа практически не изменяется, лишь для некоторых реагентов наблюдается незначительный рост давления. Через четыре часа отмечены признаки незначительного образования отложений при использовании ингибитора Polystabil® KW.

Подавление образования отложений различными типами реагентов Polystabil по результатам длительных испытаний



При введении ингибитора образования отложений Polystabil KWP было отмечено лишь крайне незначительное образование отложений в течение четырех часов проведения испытаний. Реагент Polystabil KWS полностью подавлял образование отложений в течение четырех часов. При добавлении обычного полиакрилата отмечался намного более существенный рост отложений.

Примеры практического применения. Стабилизация процесса обезвоживания осадка сточных вод.

Исходные условия.

Производится обезвоживание анаэробно сброженного осадка на станциях очистки сточных вод посредством центрифугирования с одновременным осаждением. В течение всего года наблюдается устойчивое образование чрезвычайно твердой минеральной отложений в системе трубопроводов фильтрата центрипресса, а также на барабанах и линии слива фильтрата центрипресса.

Центрифуга и слив фильтрата



Несколько раз в год приходится останавливать технологический процесс для очистки трубопровода фильтрата центрифуги для очистки кислотой. Кроме того, два раза в год операторы установки проводят чистку центрифуги.

Результаты.

По результатам лабораторного анализа отложений, с учетом высокого содержания железа в качестве ингибитора образования отложений было рекомендовано продукт Polystabil® NOW.

После первичной очистки всей системы место ввода реагента было определено перед центрифугой. При этом место ввода ингибитора было выбрано как можно ближе к точке ввода осадка сточных вод в центрифугу, что обеспечивало эффективное смешивание с осадком. Исходная дозировка неразбавленного продукта составила 30 ppm.

Точка ввода.



Для регулярного визуального контроля эффективности ингибитора образования отложений Polystabil NOW в трубопроводе фильтрата центрипресса была установлена быстроръемная вставная секция.

В течение одного года оказалось возможным уменьшить дозировку продукта Polystabil® на 20 % - приблизительно до 22 ppm.

Анализ экономической эффективности.

Затраты без ингибитора образования отложений Polystabil:

Чистка кислотой, 4 раза в год: приблизительно	€ 10500
Чистка центрифуга, 2 раза в год:	€ 5000
Ингибиторы пенообразования: приблизительно	€ 21800
Итого затраты в течение года: приблизительно	€ 37300

Затраты с использованием ингибитора образования отложений Polystabil:

Ингибиторы пенообразования: приблизительно	€ 14100
Продукт Polystabil NOW: приблизительно	€ 14000
Итого затраты в течение года: приблизительно	€ 28100

Экономия затрат в течение года:

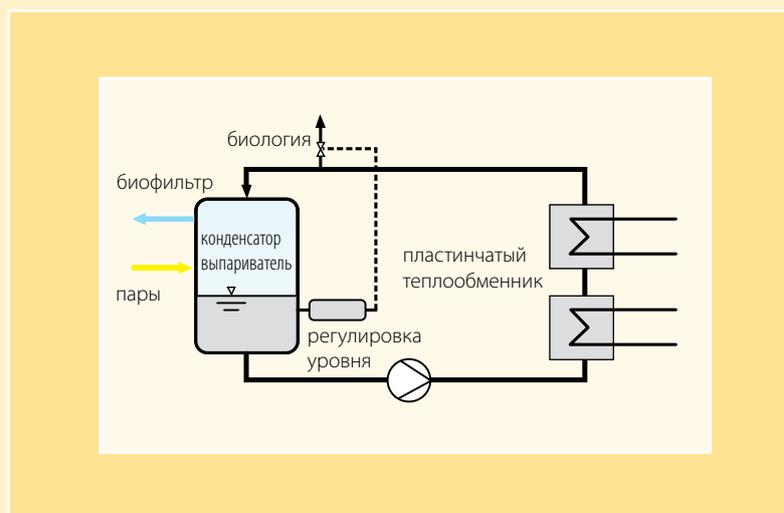
приблизительно € 9200

Оптимизация эксплуатационных затрат на процесс сушки осадка сточных вод.

Исходные условия.

Осадок сточных вод в установке для очистки стоков с эквивалентом населенности 1,2 миллиона сушат с помощью дисковой сушилки после сгущения, выпаривания и обезвоживания в центрифуге.

Схема процесса сушки осадка перед обработкой реагентом Polystabil



Выделяющиеся пары после конденсации охлаждаются через пластинчатый теплообменник и подаются по магистрали в конденсор выпаривателя. Вследствие высокой жесткости технической воды, применяемой для охлаждения, со стороны подачи воды в теплообменнике происходит быстрое формирование отложений, что приводит к резкому снижению эффективности и обуславливает необходимость периодического проведения очистки, которая связана со значительными материальными и временными затратами.

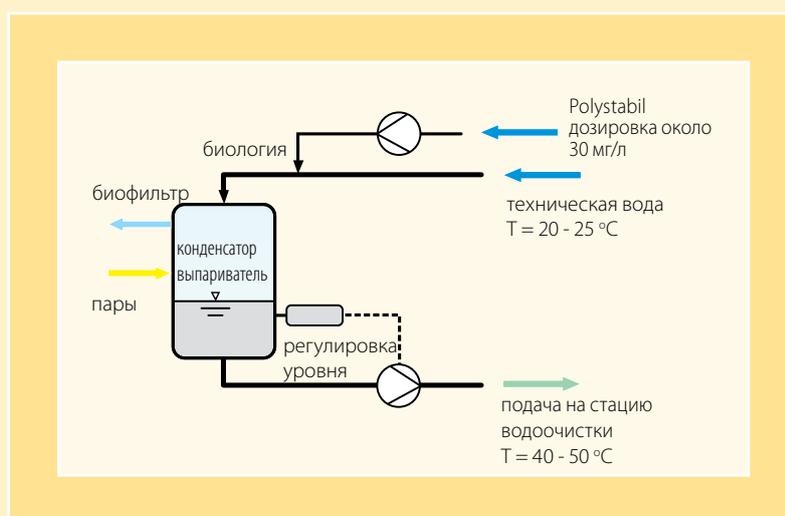
Когда теплообменники выводятся из эксплуатации, техническая вода подается непосредственно в конденсор выпаривателя. Однако при этом конденсор и другие агрегаты, установленные по направлению потока, включая насосы и т.д., через несколько часов становятся непригодными к эксплуатации вследствие высокой интенсивности формирования отложений и подлежат очистке.

Результаты.

По результатам лабораторного анализа отложений и моделирования образования отложений в приборе P-MAC продукт Polystabil® KWS был определен в качестве наиболее подходящего ингибитора образования отложений.

Точка ввода ингибитора отложений Polystabil была определена непосредственно перед впуском в конденсор выпарного аппарата. С учетом высокой интенсивности образования отложений первичная доза ингибитора отложений Polystabil KWS была установлена 50 ppm. Эффективность подавления образования отложений контролировалась определением колебания разности температур между точкой ввода технической воды и ее выпуска из конденсора, а также состояния насоса вниз по направлению потока от конденсора.

Схема процесса обезвоживания осадка после обработки реагентом Polystabil.



Через девять месяцев эксплуатации после начала применения реагента система продолжала нормально функционировать без каких-либо проблем. При этом дозировку ингибитора отложений Polystabil KWS удалось уменьшить приблизительно до 30 ppm.

Анализ экономической эффективности.

- Снижение эксплуатационных затрат.
- Повышение коэффициента использования процесса обезвоживания осадка.
- Повышение коэффициента эксплуатационной пригодности.
- Экономия затрат на персонал.

Ежегодные затраты на техническое обслуживание теплообменников: приблизительно	€ 77000
---	---------

Полные ежегодные затраты на эксплуатацию системы подавления образования отложений: приблизительно	€ 55000
---	---------

Экономия затрат в течение года: приблизительно	€ 22000
---	----------------

Центральный офис

Ashland Inc.
50 East RiverCenter Blvd.
P.O. Box 391
Covington, KY 41012-0391
Тел.: 859.815.3333

Ashland Hercules Water Technologies
Hercules Plaza
1313 North Market Street
Wilmington, DE 19894-0001
Тел.: 302.594.5000

Региональные центры

Азиатско-Тихоокеанский регион — Шанхай,
Китай
Тел.: 86.21.5306.8855

Европа — Шаффхаузен, Швейцария
Тел.: 41.52.560.55.00

Латинская Америка — Сан-Паулу, Бразилия
Тел.: 55.11.3089.9220

Северная Америка — Вилмингтон, штат
Делавэр, США
Тел.: 302.594.5000

ashland.com



RESPONSIBLE CARE®
® Зарегистрированный торговый знак, компания Ashland или ее дочерние предприятия
® Торговый знак принадлежит третьей стороне
© 2010, Ashland
PC-10134-RU

Компания Ashland Inc. и ее дочерние предприятия (далее «Ashland») полагают, что вся представленная в отношении их продукции информация является точной на момент предоставления этой информации. Все заявления, информация и данные, представленные в данном документе, считаются точными и достоверными, но не должны восприниматься как гарантия, прямая гарантия или подразумеваемая гарантия товарной пригодности или соответствия определенной цели, а также как заявление, явное или подразумеваемое, в связи с которым компания Ashland принимает на себя юридическую ответственность. Такая информация предоставляется исключительно для вашего рассмотрения, исследования и подтверждения. Все рекомендации и предложения, содержащиеся в данном документе, должны быть оценены пользователем с целью определения их применимости или соответствия конкретным условиям использования. Пользователям рекомендуется прочитать и ознакомиться с паспортом безопасности материала (MSDS) и соблюдать все рекомендации по использованию и безопасности, подробно изложенные в паспорте безопасности и указанные на ярлыках продукции. Не должно подразумеваться право использования какого-либо патента, находящегося в собственности компании Ashland.



Компания Ashland – Приверженность охране окружающей среды

В компании Ashland мы верим, что охрана окружающей среды приносит пользу не только миру в целом, но и нашему бизнесу. И поэтому мы стремимся к усовершенствованию наших производственных процессов и аспектов охраны труда, безопасности и защиты окружающей среды при изготовлении нашей продукции. Оставаясь верными этому стремлению, мы уже модифицировали многие наши производственные процессы в целях снижения воздействия производства на окружающую среду и создали новые формулы для многих продуктов, чтобы сократить или полностью устранить вредные вещества. На стадии разработки продуктов мы также сознательно выбираем альтернативные сырьевые материалы, которые являются более экологически чистыми и добываются из возобновляемых и поддерживаемых источников. Эти и многие другие меры привели к разработке ряда новаторских технологий, которые являются не только более экологически безопасными, чем традиционные продукты, но и предоставляют различные преимущества в области производительности, качества и более низкой стоимости для наших клиентов.

ASHLAND