

Литература

1. Роблес Кудрин Р.А. Экстракция данных для тепловой интеграции процесса атмосферной перегонки нефти на установке АВТ А12/6 / Р.А. Роблес Кудрин, Л.А. Мельниковская, Л.М. Ульев // Вестник Национального технического университета «ХПИ». – Харьков, 2011. – № 21. – С. 81 – 89.
2. Смит Р. Основы интеграции тепловых процессов / Р. Смит, Й. Клемеш, Л. Л. Товажнянский, П. А. Капустенко, Л. М. Ульев // – ХГПУ. Харьков, 2000. – 150 с.
3. Linnhoff B. A User Guide on Process Integration for the Efficient Use of Energy / B. Linnhoff, D.W. Townsend, D. Boland, G.F. Hewitt, B.E.A. Thomas, A.R. Gug, R.A. Marsland. – Rugby.: ICheme, 1991. – 247 p.
4. [Электронный ресурс]. Режим доступа к ресурсу : www.iq.uva.es/integ/Hint.zip.

УДК 661.185.6:661.683.004.14

*В.А. Левицкий, В.М. Утешев, канд. техн. наук (ГУ «ННХИМ»),
Т.М. Краснова, канд. техн. наук, С.А. Смирнов, канд. техн. наук
(ЗАО «ЭКОХИММАШ», Россия)*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА В СОСТАВЕ ТЕХНИЧЕСКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ

Встановлено причини утворення агломератів у процесі одержання технічних миючих засобів методом змішування. Показана необхідність контролю масової частки вологи у всіх компонентах суміші СМЗ, що подаються на змішання. Температура суміші не повинна перевищувати 35 °С, що досягається шляхом охолодження змішувача та регулюванням швидкості подачі рідких компонентів.

Установлены причины образования агломератов при получении технических моющих средств методом смешения. Показана необходимость контроля массовой доли влаги во всех компонентах смеси СМС, подаваемых на смешение. Температура смеси не должна превышать 35 °С, что достигается путем охлаждения смесителя и регулировкой скорости подачи жидких компонентов.

The causes of the formation of agglomerates in the preparation of the technical detergent by mixing. The necessity of controlling the mass fraction of moisture in all components of a mixture of СМС applied to the confusion. Temperature of the mixture does not exceed 35 °С, cooling is achieved by adjusting the tap and the feed rate of the liquid components.

Ключевые слова: синтетические моющие средства, смешение компонентов, жидкое стекло, кристаллогидраты, технические моющие средства.

Производство порошкообразных синтетических моющих средств (СМС) башенным методом – распылительной сушкой композиции – позволяет получать продукт с высокими качественными показателями и является наиболее распространенным в мире [1]. Существенными недостатками башенного метода являются высокие капитальные вложения на единицу готового продукта и высокая энергоемкость производства, что обуславливает необходимость

использования в малотоннажном производстве, например, технических моющих средств, метода смешения сухих компонентов.

Технические моющие средства (ТМС) предназначены для промывки и дезинфекции любых поверхностей от жировых, белковых и масляных загрязнений. ТМС применяются в машиностроении, нефтяной, пищевой промышленности и других отраслях, где есть необходимость очищать поверхности от жира, масла, сажи и других загрязнителей.

ТМС, как и другие моющие средства, представляют собой многокомпонентную смесь поверхностно-активных веществ, органических и неорганических веществ в соответствии с разработанной рецептурой. Практически все моющие средства включают в себя силикаты.

Силикаты придают моющему раствору специфическую щелочность, которая обеспечивает эффективное омыляющее действие в отношении жировых загрязнений без подавления суспендирующего действия остальных компонентов. Они предотвращают коррозию металлических частей моечных машин, снижают пыление порошкообразных средств, способствуют агломерации порошков в процессе распыления и гранулирования.

Силикаты являются эффективным буферным агентом, поддерживая требуемый уровень pH моющего раствора. В отличие от фосфатов эти соединения химически стабильны в водной среде при высоких температурах и в течение длительного времени, кроме того, они не создают проблем, связанных с защитой окружающей среды.

Массовая доля силикатов в моющих и чистящих средствах от 5 до 50%.

В мировой практике наиболее часто в порошкообразные препараты вводят метасиликат натрия Na_2SiO_3 ($Na_2O \cdot SiO_2$), который представляет собой натриевую соль метакремниевой кислоты и является гидратированным силикатом натрия. Так как порошкообразный метасиликат натрия является в СНГ в настоящее время дефицитным продуктом, разработана технология, основанная на введении в состав СМС жидкого натриевого стекла.

При взаимодействии жидкого натриевого стекла с компонентами СМС положительным моментом является получение непылящего продукта [2], однако, нередко при смешении компонентов отмечается образование прочных крупных агломератов частиц смеси, что вызывает трудности с выгрузкой и фасовкой продукта.

Целью работы является анализ причин агломератообразования и рекомендации по технологическому режиму получения сыпучей неомкующейся смеси.

В процессе взаимодействия жидкого стекла с компонентами СМС происходит связывание влаги жидкого стекла. Вода жидкого стекла переходит в кристаллогидратную влагу неорганических солей (кальцинированной соды, сульфата натрия, фосфата).

Кристаллогидраты — кристаллы, содержащие молекулы воды и образующиеся, если в кристаллической решётке катионы образуют более прочную связь с молекулами воды, чем связь между катионами и анионами в кристалле безводной соли.

При удалении воды кристаллогидраты солей превращаются в низшие кристаллогидраты или в безводные соли. Каждый кристаллогидрат устойчив лишь в определенном температурном интервале. Изменения степени гидратации кристаллогидратов компонентов ТМС показаны в таблице.

Изменения степени гидратации кристаллогидратов компонентов ТМС

Соединение	Массовая доля воды в соединении, %	Температура перехода, °С	Переход кристаллизационной влаги	Количество молекул воды, выделяющееся при переходе
Кальцинированная сода Na_2CO_3				
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	63,0	32	10→7	3
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	54,3	36	7→1	6
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	14,5	105	1→0	1
Сульфат натрия Na_2SO_4				
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	55,9	32	10→7→0	10
Бора $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$				
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	47,2	61	10→4	6
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	26,4	161	4→2	2
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	15,2	380	2→0	2
Триполифосфат натрия $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$				
$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	22,7	100	6→0	6
Метасиликат натрия Na_2SiO_3				
$\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	57,0	47	9→5	4
$\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	42,5	75	5→0	5
Гидроокись натрия NaOH				
$\text{NaOH} \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$	61,2	12	3,5→1	2,5
$\text{NaOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$	31,0	62	1→0	1

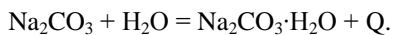
Кристаллизационная вода может быть удалена нагреванием, при этом разложение кристаллогидрата идёт ступенчато. Так, десятиводная кальцинированная сода $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ при температуре выше 32 °С переходит в семиводную $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, при 36 °С – в моногидрат $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; полное обезвоживание происходит при температуре выше 105 °С.

Так как выделяющаяся вода представляет собой жидкую фазу, при переходе в низший кристаллогидрат часто можно наблюдать растворение соли в собственной воде. Наблюдается парадоксальное, с первого взгляда, явление: при нагреве смесь не высыхает, а напротив – увлажняется. Увлажненная смесь налипает на рабочие органы оборудования. При охлаждении вновь образуется высший кристаллогидрат, теперь уже представляющий прочный комок – агломерат частиц.

При температуре выше 36 °С может существовать только моногидрат соды. Самые неприятные процессы начинаются, когда разогретая выше 36 °С влажная смесь, затем охлаждается. Моногидрат соды захватывает еще 6-9 молекул воды. Влажная смесь быстро «высыхает», вновь образуется кристаллогидрат (семи-, десятиводная сода). Частицы соли связываются между собой

межкристаллитной влагой. Образуются прочные агломераты – комки, а также инкрустации на стенках смесительного оборудования.

В процессе взаимодействия жидкого стекла с компонентами СМС молекулы воды, входящие в состав жидкого натриевого стекла, вступают в реакцию образования кристаллогидратов карбоната натрия:



Реакция протекает с выделением большого количества теплоты (3,53 ккал/моль или 28,47 ккал/кг моногидрата соды), которое необходимо отводить путем подачи охлаждающей воды в рубашку смесителя. При недостаточном теплоотводе смесь разогревается, кристаллогидратная вода освобождается, продукт «плавится» из-за избытка свободной влаги, а в дальнейшем при остывании образуются прочные агломераты частиц. Для предотвращения этого процесс перемешивания с охлаждением необходимо продолжать до получения сухого легкопересыпающегося материала с температурой не выше 35 °С. Аналогичный пастообразный продукт также получается при наличии в исходных материалах избыточной влаги.

Процесс поглощения влаги содой начинается сразу же в тот момент, когда сода вышла из кальцинатора на содовом заводе, и продолжается при хранении. Поэтому необходимо перед использованием контролировать массовую долю влаги в компонентах СМС и при необходимости удалять ее.

Институтом НИОХИМ разработано и внедрено универсальное моющее средство ХС-2М для очистки от масляно-грязевых загрязнений тепловозов, электровозов, вагонов, различных деталей и узлов механизмов [3]. Средство безопасно в обращении и неагрессивно по отношению к черным и цветным металлам, полимерным и лакокрасочным покрытиям. Продукт не горюч и не токсичен, при минимальном расходе обладает эффективным моющим действием и низким пенообразованием, обеспечивает сохранность глянца, исключается образование на деталях и оборудовании белого солевого налета. В состав ХС-2М входят ПАВ, триполифосфат, сода и стекло жидкое.

В экспериментах по отработке процесса получения ХС-2М была установлена возможность стабильного получения композиции с соотношением – сода: жидкое стекло до 1:1 путем медленного добавления жидкого стекла при тщательном перемешивании и охлаждении к безводной соде при температуре не выше 35 °С.

При отработке в лабораторных условиях новых рецептов ТМС в оборудовании небольших размеров процесс идет без плавления и стабильно получается сыпучий продукт. Однако при переходе к промышленному производству стабильность процесса нарушается. В таком случае наиболее вероятная причина – недостаточный теплоотвод от смесителя. Чем меньше рабочий объем смесителя, тем больше удельные потери тепла (ккал/м³ рабочего объема или ккал/кг смеси компонентов) в окружающую среду.

Зачастую в лаборатории процессы получения небольших образцов можно провести даже без принудительного охлаждения. С увеличением рабочего объема удельные потери тепла в окружающую среду уменьшаются, смесь быстро разогревается. Нужно снижать скорость подачи реагентов и обеспечивать охлаждение смеси. В противном случае при охлаждении из расплава образуются кристаллогидраты компонентов смеси. Смесь комкуется. Необходимы дополнительные операции по измельчению продукта и очистке смесителя от налипания.

Таким образом, при производстве ТМС необходимо контролировать температуру в смесителе, не допускать перегрева путем охлаждения смеси и регулировки скорости подачи компонентов.

Принципиальная технологическая схема получения ТМС методом смешения представлена на рисунке.

Порошкообразные компоненты (сода, сульфат натрия, фосфаты)

Жидкие компоненты (ПАВ, жидкое стекло и др.)

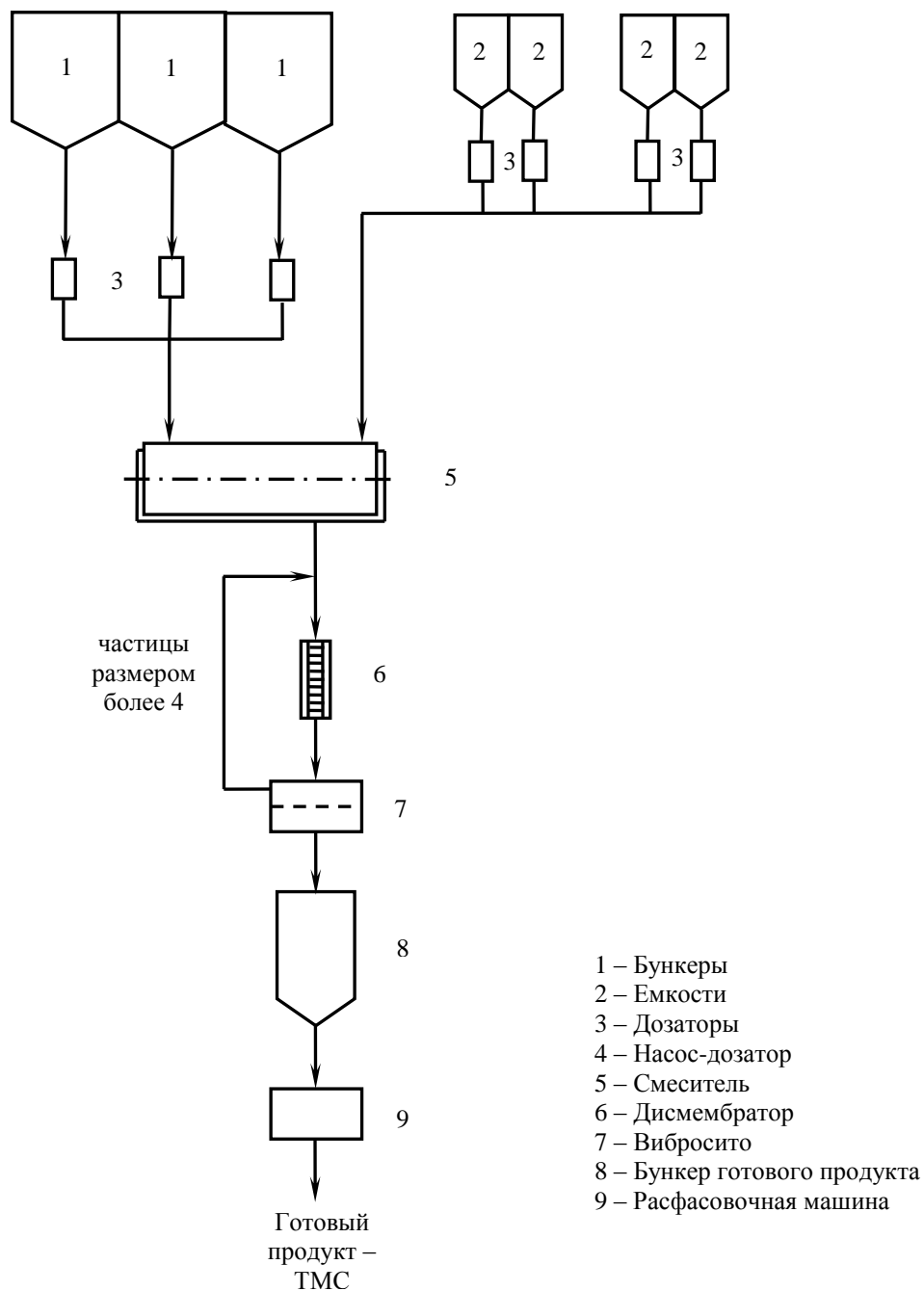


Рисунок. Принципиальная технологическая схема получения ТМС методом смешения

Сыпучее сырье (кальцинированную соду, сульфат натрия триполифосфат натрия и др.) подают в бункера 1. Из бункеров сыпучие компоненты весовыми порционными дозаторами 3 выгружают в смеситель 5.

Жидкое сырье, используемое для приготовления композиции (раствор силиката натрия – жидкое стекло, жидкие ПАВ и др.), поступает в расходные емкости 2, откуда насосами-дозаторами 4 подается в смеситель. Затем в смеситель из бункеров 2 при помощи весовых порционных дозаторов 4 подаются остальные компоненты СМС (ПАВ, КМЦ, перборат (перкарбонат) натрия, трилон Б, оптический отбеливатель, энзимы, отдушка).

Смеситель 5 состоит из горизонтального корпуса, внутри которого размещены два ротора, каждый из которых представляет собой вал с закрепленными на нем по винтовой линии лопастями и скребками. Смеситель снабжен рубашкой для охлаждения.

Смесь, выходящая из смесителя, поступает в дисмембратор 6 с горизонтальной осью вращения диска, где происходит измельчение комков материала. Материал, поступающий в дисмембратор, проходит через щель между двумя дисками с расположенными на них штифтами. Один из дисков вращается, что приводит к разрушению крупных частиц материала. Затем продукт рассеивается на вибросите 7, частицы с размером более 4 мм возвращаются на доизмельчение в дисмембратор. Готовый продукт направляется в бункер 8 и при помощи расфасовочной машины 9 упаковывается.

По разработанной технологии производится ряд технических моющих средств, а также могут выпускаться препараты для пищевой промышленности, внешней и внутренней обработки технологического оборудования, инвентаря, тары, посуды и производственных площадей.

Таким образом, для получения моющего средства методом смешения необходимо обязательно контролировать массовую долю влаги во всех компонентах смеси СМС, подаваемых на смешение. Температура смеси не должна превышать 35 °С, что достигается путем охлаждения смесителя и регулировкой скорости подачи жидких компонентов. Процесс перемешивания с охлаждением необходимо продолжать до получения сухого легкопересыпающегося материала. При образовании в продукте агломератов – раздробить их, пропустив продукт через измельчитель и вибросито.

Литература

1. Ковалев В.М. Технология производства синтетических моющих средств / В.М. Ковалев, Д.С. Петренко. – М.: Химия, 1992. – 272 с.
2. Кудряшов П.А. Исследования способа и выбор оборудования для производства гранулированных моющих препаратов технического назначения / П.А. Кудряшов, В.Н. Чернин, О.И. Богданов, О.М. Лазебная //– Химическая промышленность. – 1991, №10 (615). – С. 38 – 39.
3. Пат. 2109804 Российская Федерация, МКИ С11D 1/00. Состав для очистки металлической поверхности / Смирнов А.С., Панасенко В.А., Левицкий В.А., Шихов Б.А., Тришевская Т.Г., Бурьгин О.П. – заявл. 21.11.96; опубл. 27.04.98.