

Таблица 3

Залежність коефіцієнта C_3 і симплексів геометричної подібності Γ_D і Γ_I від кількості перегородок

V	C_3	$C_3^{0,336}$	Γ_D	$\Gamma_D^{-0,1}$	Γ_I	$\Gamma_I^{-0,077}$
0	1,50	1,146	4	0,87	12,56	0,82
2	1,66	1,186	4	0,87	6,25	0,83
4	1,80	1,218	4	0,87	3,11	0,92
8	2,06	1,275	4	0,87	1,54	0,97
16	2,50	1,360	4	0,87	0,75	1,02
32	3,20	1,478	3,6	0,88	0,36	1,086

Таблица 4

Перевірка правильності рівняння (8)

Умови експерименту						$Re_{\text{експ.}}$	Похибка, %
V	п	C_3	Γ_D	Γ_I	$Re_{\text{розн.}}$		
2	6,7	1,80	4,0	6,24	63104	66700	5,4
8	11,0	2,06	4,0	1,54	113125	110000	2,8
32	9	3,20	3,6	0,036	88128	90000	2,1

Стаття розглядає питання використання відходів содового виробництва для промислового отримання меліоранту, комплексної мінеральної добавки і сухої будівельної шпаклівки; передумови для пошуку раціональних шляхів використання відходів для отримання вказаних продуктів

Ключові слова: відходи виробництва, будівельні шпаклівки, меліорант

Статья рассматривает вопросы применения отходов содового производства для промышленного получения мелиоранта, комплексной минеральной добавки и сухой строительной шпатлевки; предпосылки для поиска рациональных путей использования отходов для получения указанных продуктов

Ключевые слова: отходы производства, строительная шпатлевка, мелиорант

The article is about the application of wastes of soda production for the industrial receipt of meliorant, complex mineral addition and dry build spackling; pre-conditions for the search of rational ways of utilization of wastes for the receipt of the indicated products

Keywords: wastes of soda production, dry build spackling, utilization, meliorant

УДК 621.926 666.973.6 655.3.06

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ СОДОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Е. В. Манойло

Кандидат технических наук, доцент*

Ю. А. Манойло

Кандидат технических наук, ассистент*

В. Ф. Моисеев

Кандидат технических наук, профессор*

*Кафедра химической техники и промышленной экологии

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

ул. Фрунзе 21, г. Харьков, Украина, 61002

Контактный тел. (057) 707-62-57, 063-252-53-31

E-mail: bublikova1@yandex.ru

Введение

Практически в любом производственном цикле химической промышленности появляются вещества,

дальнейшее применение которых в данной технологии не представляется возможным (из-за ряда факторов, чаще всего, в связи с несоответствием показателей качества требуемым), – отходы. Количество этих ве-

ществ во многом определяет не только производственную культуру и экологическую безопасность, но и существенным образом сказывается на экономическом благополучии, как самого предприятия, так и отрасли, к которой оно относится. Это влияние заключается в необходимости отнесения затрат на добычу и первичную переработку сырьевых материалов, которые отбраковываются, на себестоимость продукции. В результате возникает ситуация, при которой стоимость готовой продукции формируется еще и за счет тех составляющих (сырья и энергии), которые фактически не участвовали в ее получении. В последствии, продукция таких производств с трудом отвечает современным требованиям экологической производственной безопасности, а также испытывает сложности в конкуренции с соответствующими аналогами, не имеющими данных проблем. Означенные выше проблемы актуальны на крупнотоннажных производствах, в том числе на содовых заводах. На примере последних рассмотрим вопросы, касающиеся рационального использования отходов, не представляющих ценности для технологии производства кальцинированной соды – одного из основных продуктов химической отрасли.

Основные характеристики отходов содовой технологии

Кальцинированная сода – традиционный продукт, имеющий многолетнюю историю, как производства, так и использования во многих отраслях. Производственная практика свидетельствует о том, что основными потребителями соды являются химическая, нефтехимическая, металлургическая, целлюлозно-бумажная и другие крупные отрасли промышленности. В химической промышленности сода применяется для производства каустической соды реакционными способами, гидрокарбоната натрия, соединений хрома, сульфитов и фторитов, фосфатов, нитрата натрия, натриевой селитры, а также для производства прокатных стейков светотехники, силикатной глыбы, хрусталя и др. В состав всех этих продуктов и изделий сода входит в виде соединения Na₂O. На рис. 1 приведены основные направления применения соды.



Рис. 1. Применение кальцинированной соды в промышленности

Массово карбонат натрия применяется в цветной металлургии при производстве глинозема из бокситов спеканием криолита, при переработке свинцово-цинковых, кобальтоникелевых, а также вольфрамомолибденовых руд. Значительное количество кальцинированной соды потребляет целлюлозно-бумажное производство (при проклейке бумаги, картона, а главным образом, при варке целлюлозы). Сода нашла широкое применение в нефтехимической и нефтеперерабатывающей отрасли, при производстве синтетических жирных кислот, моющих средств, а также при переработке нефти. Применение кальцинированной соды наряду с другими компонентами при прохождении нефтяных скважин позволяет укрепить их стенки и предупредить обвалы, тем самым предотвратить потерю бурового оборудования.

С учетом крупнотоннажности отраслей-потребителей и постоянно растущего на нее спроса, следует заострить внимание на тех отходах, которые имеют место при производстве этого продукта. Среди них, наибольший удельный вес составляет природный мел (до 85% в шламе рассолоочистки, до 60% в шламе дистиллированной суспензии; кроме того, мел – самый массовый отход до 35% – мелких отходов); хлорид натрия (до 20% в шламе рассолоочистки); хлорид кальция (до 12% шлама дистиллированной суспензии).

Проблема массовости отходов имеет не только экологические корни, хотя и это придает рассматриваемой теме наиболее актуальное значение. Здесь же речь идет не только о рациональном использовании полезных ископаемых, но и, в первую очередь, о целесообразном использовании энергии, которая расходуется для добычи и доведения сырьевых материалов до стадии готовой продукции.

Сырьем для получения кальцинированной соды являются вещества, которые содержат ионы Na⁺ и CO₃²⁻. Чаще всего в качестве сырьевых материалов применяют для Na⁺ – хлорид натрия; источником CO₃²⁻ является мел. Добыча мела осуществляется, методом открытой разработки на меловом карьере. Вдоль пролегания пластов нарезают несколько горизонтов (уступов), в которых бурят небольшие цилиндрические отверстия – шпурь. Далее, по технологии добычи мела, в проделанные шпурь закладывают

взрывчатку, которую детонируют. Породу, раздробленную взрывом, грузят в вагонетки и направляют на дробильно-сортировочную фабрику, где происходит измельчение крупных кусков мела с последующей классификацией по размеру. Куски с размером 30 + 150 мм направляются в известковый цех на обжиг. Общее количество отходов после дробильно-сортировочной фабрики составляет 300 + 400 кг с 1 000 кг добытого мела.

Следует заметить, что, несмотря на распространенность мела и его химическую нейтральность (следовательно – дешевизну и экологическую безопасность), утилизация данного вида твердого отхода является актуальной проблемой современной действительности содового производства. Это связано, прежде всего, с крупнотоннажностью выработок и теми энергетическими расходами, которые имели место при добыче. При простом складировании данного отхода – предприятие не только лишает себя части прибыли от возможного использования меловой крошки, как сырья для альтернативных продуктов, но и вынуждено использовать значительные площади для организации его безопасного складирования, как правило, в силосах.

Производство мелиоранта и комплексной минеральной добавки

Наша страна известна мировому сообществу большим количеством земель сельскохозяйственного назначения – в Украине сконцентрирован один из наибольших запасов чернозема. Поэтому существует потребность всестороннего исследования вопросов связанных с использованием отходов производства кальцинированной соды в аграрной сфере.

Мелиорант представляет собой мелкодисперсный порошок сероватого цвета, предназначенный для химической мелиорации (окультуривания и повышения плодородности) кислых и щелочных почв. Результаты количественного и качественного анализов продукта представлены на рис. 2. Химический состав мелиоранта позволяет нормализовать кислотно-щелочной баланс почв, тем самым повысить их плодородность. Результаты исследований специализированного сельскохозяйственного института, свидетельствуют, что мелиорант, полученный из отходов производства кальцинированной соды (вторичных карбонатных продуктов), по собственной эффективности не только не уступает известковой пыли, дефекату, гипсу, мелу, но и часто превышает их по качеству.

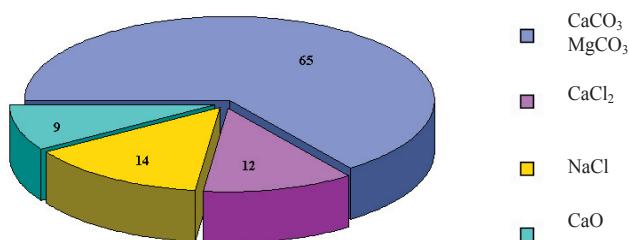


Рис. 2. Результаты анализов мелиоранта

Данное явление может быть объяснено более высокой активностью ионов кальция в твердой фазе дистиллерной жидкости (основного сырья). Относительно функциональности компонентов в смеси, следует отметить, что наличие карбонатов кальция и магния в составе этого минерального комплекса способствует насыщению кислотных почв ионами Ca²⁺ и Mg²⁺, что формирует благоприятный pH. Наличие в смеси хлорида кальция, благодаря свойствам данного ингредиента насыщаться жидкостью, преду-преж-

дает образование грудок в мелиоративных грунтах и при диссоциации на ионы – насыщает почвы, как Ca²⁺, так и Cl⁻. Аналогично, хлорид натрия применяется для нормализации кислых почв, насыщая их Na⁺. Значительная концентрация оксида кальция способствует снижению скорости развития микроорганизмов в грунтах, то есть способствует антисептической защите почв. По данным гранулометрического анализа мелиоранта средний размер частиц в помоле составляет 150 мкм.

Одним из направлений утилизации отходов производства соды, является изготовление кормовой добавки для сельскохозяйственных животных, основу химического состава которой (рис. 3) также составляют известковые материалы. Данный продукт, полученный из отходов содового производства с успехом заменяет мел в рационе сельскохозяйственной птицы и других животных.

По химическому составу, комплексная минеральная добавка отличается от мелиоранта большей концентрацией карбоната кальция. Этот ингредиент способствует как укреплению костных тканей, так и росту мышечной массы животных; а хлориды необходимы в водно-солевом обмене веществ.

Кроме этого, в данном случае функциональность хлорида кальция несколько другая, чем в случае с мелиорантом – наличие данного компонента повышает иммунитет, способствует более быстрому заживлению внешних и внутренних ран. Средний размер частиц помола комплексной минеральной добавки составляет 250 мкм.

Оборудование для производства мелиоранта и комплексной минеральной добавки – идентичное. На рис. 4 приведена принципиальная технологическая схема подготовки отходов производства кальцинированной соды к утилизации.

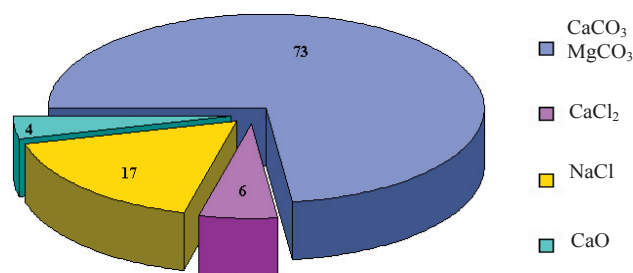


Рис. 3. Результаты анализов комплексной минеральной добавки

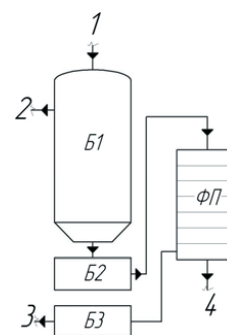


Рис. 4. Принципиальная схема первичной утилизации

Дистиллерная жидкость 1 подается в бункер Б1, где происходит процесс частичного разделения твердой и жидкой фаз осаждением. Осветленная жидкость 2, содержащая значительное количество $CaCl_2$ поступает в цикл производства хлорида кальция, а твердая фаза, через промежуточный бункер-отстойник – на фильтр-пресс ФП, откуда с влажностью 30 ± 35% – на упаковку в герметические промышленные пакеты. Жидкая фаза 3, отделившаяся при фильтровании в ФП, через бункер Б3 – возвращается на производство соды.

Производство сухой строительной шпаклевки

Прогресс и развитие индустрии в последние годы насыщает рынок строительных материалов новыми продуктами, призванными во многом улучшить работы по созданию новых и реконструкции уже существующих объектов недвижимого имущества. Особенное внимание следует уделить такому виду строительных материалов, как шпаклевки. Под шпаклевками (шпатлевками), принято понимать пастообразные материалы, применяющиеся для выравнивания поверхностей перед нанесением на них краски или других материалов. Основное назначение шпаклевки – устранение дефектов поверхности, ее выравнивания, исправления планиметрии. Классифицировать шпаклевки можно следующим образом.

Таким образом, приведенная схема (рис. 5) позволяет в полном объеме получить представление об ассортименте шпаклевок на рынке строительных материалов.

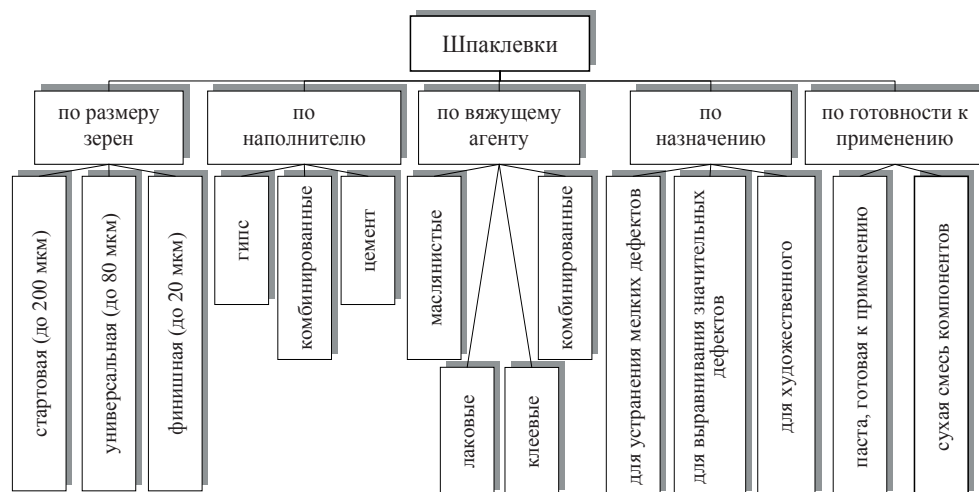


Рис. 5. Классификация шпаклевок

Для получения в конце производственного цикла результата, который удовлетворит, как производителя, так и потребителя, готовый продукт должен быть максимально сбалансированным в качественно-стоимостном отношении и отвечать ряду нижеприведенных требований:

1. Шпаклевка должна иметь высокую адгезию, для предотвращения отслоения участков покрытия от несущей поверхности.

2. Приготовленная шпаклевка должна быть однородной смесью (не иметь неоднородных включений, негативно отражающихся на качестве покрытия).

3. Паста, должна иметь длительную жизнеспособность (время, в течение которого смесь пригодна к использованию), в то же время иметь необходимо-малое время схватывания.

4. Покрытие должно быть ровным и гладким, механически крепким, не иметь видимых и скрытых дефектов.

5. Покрытие должно быть влагостойким (противодействовать набору избыточной влажности) и атмосферостойким (не изменять свою структуру при влиянии атмосферных факторов).

6. Покрытие должно быть безопасным, не вызывать осложнений у людей страдающих заболеваниями дыхательных путей и аллергиков.

Только при соблюдении всех перечисленных выше норм качества, готовый продукт будет способен не только удовлетворить потребности потребителя, но и гарантировать производителю создание позитивного имиджа его торговой марки и постоянный прирост к объемам продаж данной продукции.

Первичный анализ показал, что шпаклевка – порошок белого цвета, хорошей рассыпчатости, без запаха, тонкодисперсного помола, без явной неоднородности и без включений, как гранулометрического, так и цветового характера. Более основательные исследования образца, в частности гранулометрический анализ, показали, что в помоле компонентов явно доминирует фракция с размером частиц 0,5 мкм (удельный вес частей данной фракции составляет 14,89%).

Далее исследуемый образец подвергался качественному и количественному анализу. Диаграмма на рис. 6, наглядно демонстрирует соотношение между концентрациями компонентов в исследуемой смеси.

Вопросам рационализации производства именно строительных материалов в последнее время уделяется много внимания. Это связано с желанием производителей уменьшить энергетические затраты, как одного из наиболее весомых факторов себестоимости и установить на свою продукцию более привлекательную

цену. Проведенный качественный анализ показал присутствие в исследуемом образце следующих составляющих. Природный мел (карбонатный наполнитель $CaCO_3$) – наиболее дешевый и доступный из всех присутствующих компонентов. Его дешевизна и подобие по физическим функциям гипсу – вяжущим агентом, дает возможность за счет увеличения его удельного веса получить больший выход продукта и

снизить себестоимость. В данном случае мел выполняет функции основы, на которой образуется структура покрытия.

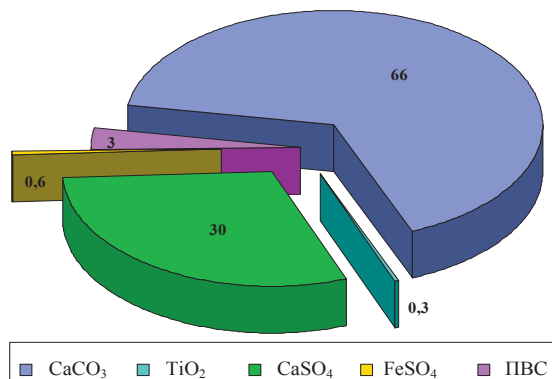


Рис. 6. Результаты анализов шпатлевки

Сульфат кальция (CaSO₄) – собственно вяжущий агент. Взаимодействуя с водой, он образует кристаллогидраты CaSO₄ × 2H₂O. По физической природе, CaSO₄ плохо растворим в воде. Известно, что при температуре 20°C в 100 граммах воды может раствориться только 0,2036 граммов сульфата кальция. Таким образом, основываясь на том, что более чем 96% компонентов шпаклевки или не набирают избыточной влажности, или при высыхании легко от нее избавляются, мы имеем возможность подтвердить влагостойкие и атмосферостойкие показатели.

Оксид титана (TiO₂) – широко применяемый в промышленности пигмент. По физическим свойствам – мелкодисперсный порошок белого цвета. TiO₂ придает шпаклевке ярко-белый цвет.

Сернокислое железо (FeSO₄) применяется в промышленности, как консервант поверхностей. При взаимодействии с водой образует микро кристаллы бледно-зеленого цвета FeSO₄ × 7H₂O – железного купороса. Хорошо растворим в воде. При температуре 20°C в 100 граммах воды может раствориться 26,6 грамм сульфата железа. Кристаллы железного купороса закупоривают поры, которые образовались при испарении воды,

способствуя повышению влаго-, атмосферостойких и санитарных показателей.

Поливиниловый спирт (ПВС [–CH₂–CH(OH)–]_n) – собственно клеевой агент смеси компонентов. По физическим свойствам ПВС – твердый полимер белого цвета; до 68% находится в микрокристаллической форме. Нетоксичный. Единственный растворитель данного вещества – вода. При растворении образует полимерные пленки, которые, в нашем случае, соединяют компоненты смеси, делая покрытие цельным и механически крепким. Благодаря свойствам данного вещества обеспечиваются качественные требования к шпатлевке – адгезионные и механические.

Таким образом, рассмотрение результатов количественных и качественных анализов строительной шпатлевки дают возможность утверждать об использовании в качестве сырьевой базы для их промышленного производства отходов технологии кальцинированной соды.

Наличие в отходах содового производства хлорид-ионов не будет негативно влиять на качество получаемой шпатлевки. Наоборот, наряду с оксидом кальция, хлориды в составе сырья придадут готовому продукту повышенные антибактериальные свойства, что в значительной степени повысит санитарные показатели качества продукции.

Выводы

Проблема утилизации промышленных отходов химических производств всегда была актуальна. Пути решения данных вопросов разнообразны и каждый из них заслуживает внимания и всестороннего изучения. Только при детальном подходе к рассматриваемой теме есть вероятность получения позитивного результата – сокращения расходов на производство готовой продукции путем извлечения экономической выгоды от реализации скрытых возможностей отходов (для содового производства – применение отходов в качестве сырья для получения альтернативных продуктов: меллиоранта, комплексной минеральной добавки и сухой строительной шпатлевки).

Литература

1. Здрібнювання матеріалів у хімічній промисловості [Текст]: Матеріали IV Міжнародної наукової конференції Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки 2005 р./ – Чернівці: Зелена Буковина. – 2005. – С. 85-90.
2. Теорія здрібнення: енергетичні витрати [Текст]: Матеріали VI Міжнародної наукової конференції Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки 2007 р./ – Чернівці: Зелена Буковина. – 2007. – С. 116-123.
3. Манойло, Ю. А. Сухие строительные шпатлевки. К вопросу о рецептуре и технологии производства [Текст] / Ю.А. Манойло, В.Ф. Моисеев, П.В. Шаповров // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2006. – № 6/1 (24). – С. 23-27.
4. Ткач Г. А. Производство соды по малоотходной технологии [Текст] / Г. А. Ткач, В. П. Шаповров, В. М. Титов – Х: ХГПУ, 1998, – 429 с.