

УДК 621.798

Коляда Л.Г., Тарасюк Е.В., Пономарев А.П., Шувалова М.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВОСКОВЫХ ЭМУЛЬСИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ НА СТАЛЬНУЮ УПАКОВОЧНУЮ ЛЕНТУ

Аннотация. Стальная упаковочная лента широко используется для упаковки грузов различного назначения, в том числе тяжелых и крупногабаритных: арматурных материалов, труб, проката. Для повышения стойкости к коррозии на поверхность металлической упаковочной ленты наносят полимерные покрытия и восковые эмульсии. Благодаря этому лента хорошо переносит не только повышенную влажность воздуха, но и химическое воздействие многих агрессивных веществ. Восковые эмульсии влияют на скольжение, истирание, подвижность и водостойкость материала. Целью данной работы является исследование химического состава и эксплуатационных свойств восковых эмульсий для нанесения на стальную упаковочную ленту. Анализ химического состава восковых эмульсий проводили методом инфракрасной спектроскопии. Скольжение оценивалось по результатам испытаний материалов на трение и износ. Противокоррозионные свойства восковых эмульсий на образцах стальной ленты исследовались в условиях повышенных значений температуры и влажности по методу 207-3 (ГОСТ Р 51369-99) и при воздействии нейтрального солевого тумана по методу 215-1.2.1 (ГОСТ Р 52763-2007). Анализ ИК-спектров исследуемых восковых эмульсий позволил выявить существенные различия в их составе: на ИК-спектрах отечественных восковых эмульсий присутствуют полосы поглощения, характерные для ароматических нитросоединений, что, возможно, говорит о содержащихся в этих эмульсиях ингибиторах коррозии. Установлено, что наибольшую износостойкость имеет эмульсия зарубежного производства (образец А), а наименьшую – отечественный образец В. За время коррозионных испытаний очаги коррозии в виде отдельных пятен появились только на образцах стальной ленты с зарубежной эмульсией А, на остальных образцах следы коррозии отсутствовали, что подтверждает сделанное по результатам анализа ИК-спектров предположение о наличии ингибиторов коррозии в составе восковых эмульсий отечественного производства.

Ключевые слова: стальная упаковочная лента, восковые эмульсии, коррозия, ингибиторы, инфракрасная спектроскопия, износостойкость, коэффициент трения

Введение

На сегодняшний день на предприятиях черной и цветной металлургии применяется три самых распространенных типа упаковочных лент – полиэстеровая (ПЭТ-лента), полипропиленовая (ПП-лента) и металлическая [1-4]. Эксплуатационные характеристики лент различаются. ПП-ленты выдерживают нагрузку в диапазоне от 45 до 340 кг. Они становятся хрупкими при низких температурах. ПЭТ-ленты морозоустойчивы и могут выдерживать нагрузку до 1220 кг. Стальные ленты выдерживают нагрузку до 4200 кг.

Практика зарубежных предприятий показывает, что для обвязки грузов, отправляемых потребителю, сегодня в основном используются полиэстеровые материалы. Полиэстеровая лента завоевывает Россию гораздо медленнее, чем зарубежные страны. Есть несколько причин, почему полиэстеровая лента не заменяет стальную ленту. Многие производители не осведомлены о новых разработках в области упаковки. До сих пор применяются конкретные стандарты перевозки грузов по железной дороге, которые никто не отменял, несмотря на их сорокалетнюю давность. Они гласят, что вся перевозимая продукция деревообрабатывающей отрасли должна быть упакована стальной лентой. Еще одним препятствием выступают местные особенности упаковки грузов. Дело в том, что в нашей стране зачастую формируют грузовые партии продукции в неотапливаемых цехах, что может отрицательно сказаться на качестве соединения полиэсте-

ровой ленты ручным инструментом, где применяется сварка трением. В автоматических машинах такой проблемы нет, так как там применяется термосварка. Для качественного скрепления такой ленты ручным инструментом рекомендуется температура окружающей среды не менее +5°C [1].

Для ручной и автоматической упаковки крупногабаритных, массивных и ответственных грузов, где требуются значительные усилия при стягивании ленты в сочетании с ее высокими прочностными характеристиками, традиционно используется стальная лента. Данная лента дешевле полиэстеровой, и при работе с ней не требуется специальных знаний и навыков. Географическое расположение металлургических заводов требует длительной транспортировки продукции до потребителя и обязывает к более внимательному отношению к упаковке экспортной продукции.

В настоящее время упаковочную стальную ленту применяют для упаковки грузов различного назначения, а также для их армирования. Сегодня без нее не обходятся не только на металлургических, но и деревообрабатывающих, строительных и других предприятиях [1-5].

Производится упаковочная лента из стали, но для повышения стойкости к коррозии ее с обеих сторон покрывают цинком, полимерами, восками и т.д. Благодаря этому она не только хорошо переносит повышенную влажность воздуха, но и химическое воздействие многих агрессивных веществ. Восковая эмульсия на металлических поверхностях используется для модифицирования поверхности, улучшения ее

внешнего вида и обеспечения временной защиты от коррозии. Сопротивление к скольжению может быть осуществлено путем добавления восковых модификаторов поверхности (полиэтиленовые воски, восковые эмульсии) [5-11].

Исследования в данной области проводятся, а именно разрабатываются новые способы обработки стальной упаковочной ленты с использованием водно-восковой эмульсии [8] или с лакокрасочным покрытием [9], новые способы получения водно-восковой эмульсии для защиты металлоизделий от коррозии [10-12].

В патенте [8] поставленная задача решается тем, что в способе производства высокопрочной упаковочной ленты толщиной 0,45-1,30 мм, согласно изобретению, холоднокатаную ленту патентуют путем нагрева ленты до температуры 930-950°C в атмосфере, содержащей 0,5-2,4% CO, и изотермической выдержки в расплаве свинца в течение 20-50 с при температуре 460-500°C, после чего ленту окрашивают, сушат и покрывают воском в водно-восковой эмульсии, содержащей 20% парафина, с последующим охлаждением воздухом, имеющим температуру 60-70°C. Выбранные временные интервалы нахождения ленты в ванне с водно-восковой эмульсией способствуют формированию на ее поверхности однородного воскового покрытия толщиной 0,5-1,0 мкм без непокрытых участков, что обеспечивает скольжение соприкасающихся поверхностей, а также стойкость к атмосферной коррозии.

В патенте [10] разработан способ приготовления водно-восковых эмульсий для приготовления составов для защиты металлоизделий от атмосферной коррозии. Способ получения водно-восковой эмульсии включает перемешивание церезина с поверхностно-активным веществом и водой, при этом в качестве поверхностно-активного вещества используют продукт взаимодействия животного жира с диэтаноламином и борной кислотой, добавляют церезин, затем полученную смесь растворяют в ксилоле и все компоненты интенсивно перемешивают с водой до получения однородной белой эмульсии.

В настоящее время из-за ограничений со стороны западных стран появилась необходимость в поиске новых современных и отечественных составов, которые бы не уступали по своим особенностям европейским аналогам.

Целью данной работы является исследование химического состава и эксплуатационных свойств восковых эмульсий для нанесения на стальную упаковочную ленту.

Материалы и методы исследований

В качестве объектов исследования были взяты восковые эмульсии разных производителей, которые используются на участке производства высокопрочной упаковочной ленты: образец А – Германия, образцы В и С – Россия. Состав зарубежного аналога –

восковой эмульсии А известен, %: вода – 89–95; карнаубский воск – 1–5; полиэтиленовый воск – 1–5; ланолин – 1–5; 2-диэтилметанол – 0,5–1,4; 2-аминоэтанол – 0,5–1,4. Составы водно-восковых эмульсий российских производителей неизвестны.

Методом ИК спектроскопии были сняты спектры образцов пленок восковых эмульсий для идентификации их химического состава на приборе ИК фурье-спектрометре ФТ 801 (Россия).

Скольжение определялось с помощью испытаний полимерных материалов на износ и трение. Испытаниями на износ и истирание выявляют поведение поверхностных слоёв материалов после длительного воздействия сил трения, а также изменение массы образцов.

Оценка противокоррозионных свойств восковых эмульсий на образцах стальной ленты выполнена в условиях повышенных значений температуры и влажности, а также при воздействии нейтрального соляного тумана.

Методика исследований

Для проведения ИК-спектроскопии были получены пленки из восковых эмульсий путем нанесения слоя на предметное стекло и сушки его в сушильном шкафу при 60°C.

Для испытаний на трение и износ эмульсии наносились на полимерные пленки, подсушивались при 60°C в течение 15 мин и испытывались на приборах трения и износа [13]. Величина износа по массе определяется путем взвешивания образцов с точностью до 1 мг через определенное число циклов испытаний. В современных расчетах на износ при установленном процессе изнашивания используют следующие параметры изнашивания:

– интенсивность износа J_g , мг/м, равна отношению изменения массы изнашиваемого изделия Δg к пути трения, называемого пробегом L :

$$J_g = \frac{\Delta g}{L}; \quad (1)$$

– износостойкость – величина, обратная интенсивности износа:

$$I = \frac{1}{J}; \quad (2)$$

– скорость изнашивания $I_{h(t)}$ – интенсивность изнашивания во времени t :

$$I_{h(t)} = \frac{\Delta h}{t}. \quad (3)$$

Испытания в условиях повышенных значений температуры и влажности проводились в климатической камере СМ-60/75-80 ТВХ (Россия) в соответ-

ствии с требованиями ГОСТ Р 51369-99 [14]. Продолжительность испытания составила восемь циклов. Каждый цикл состоял из следующих этапов: нагрев в течение 3 ч до температуры $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$, при этом относительная влажность в камере была не менее 95%; выдержка в течение 9 ч при температуре $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности $(93 \pm 3)\%$; охлаждение в течение 3 ч до температуры $(25 \pm 3)^\circ\text{C}$, при этом относительная влажность была не менее 95%; выдержка в течение 9 ч при температуре $(25 \pm 3)^\circ\text{C}$ и относительной влажности не менее 95%.

Исследования при воздействии нейтрального соляного тумана проводились в камере соляного тумана типа КСТ-0,4-015 (Россия) по методу 215-1.2.1 в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52763-2007 [15]. Исследование стойкости образцов к воздействию нейтрального соляного тумана проводилось в течение 96 ч. Температура в камере в период исследования составляла $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$. Туман в камере создавался путём распыления нейтрального соляного раствора, представляющего собой раствор хлористого натрия в дистиллированной воде концентрацией (5 ± 1) мас. %.

Обработка результатов коррозионных испытаний проведена по ГОСТ 9.407-2015, ГОСТ 9.908-85 [16, 17].

Результаты исследований и их обсуждение

Воски состоят преимущественно из эфиров высших одноосновных (реже – двухосновных) карбоновых кислот с высшими одноатомными (реже – двухатомными) спиртами, причем и кислоты, и спирты большей частью содержат четное число атомов углерода ($\text{C}_{16} - \text{C}_{36}$). Кроме того, воски всегда содержат свободные кислоты, свободные спирты и часто углеводороды. Восковые эмульсии состоят из мелких и стабилизированных частиц воска, равномерно распределенных в воде. Для устойчивости эмульсий в систему вводятся специальные эмульгаторы, которые концентрируются на границе раздела фаз и снижают поверхностное натяжение [18].

Водно-восковая эмульсия зарубежного производства (образец А) состоит из трех видов восков:

- карнаубский воск растительного происхождения в своем составе содержит: сложные эфиры жирных кислот (80-85%) общей формулой $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{23-27}-\text{C}(\text{O})-\text{O}-(\text{CH}_2)_{31-33}-\text{CH}_3$, жирные спирты (10-16%), жирные кислоты (3-6%) и углеводороды (1-3%);

- ланолин – воск животного происхождения состоит из смеси сложных эфиров высокомолекулярных спиртов (холестерина и др.) с высшими жирными кислотами;

- полиэтиленовый воск – синтетический воск, который представляет собой сверхнизкомолекулярный полиэтилен высокой степени кристалличности и линейности, по своим свойствам схожий с твердым жиром.

На рис. 1 представлен ИК-спектр восковой эмульсии образца А.

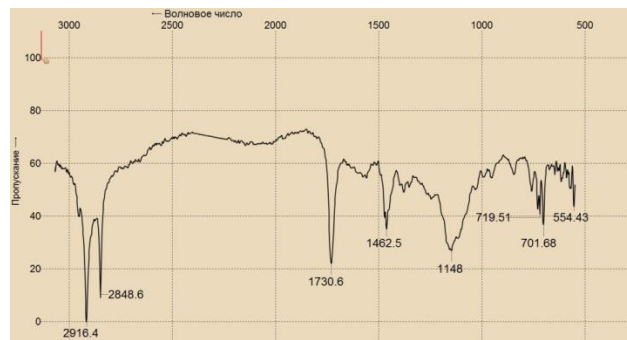


Рис. 1. ИК-спектр пленки восковой эмульсии образца А

Как видно из рис. 1, полосы поглощения в ИК-спектрах при 2916 и 2848 cm^{-1} отвечают асимметричным валентным колебаниям С-Н в насыщенных углеводородах, полоса в диапазоне 1462 cm^{-1} характеризует деформационные колебания групп $-\text{CH}_2-$, слабая полоса поглощения в диапазоне 719 cm^{-1} связана с деформационными колебаниями групп $(-\text{CH}_2-)_n$, где $n \geq 4$ [19-20]. Полосы сильной интенсивности на частоте 1730 cm^{-1} соответствуют валентным колебаниям карбонильной группы С=О, присутствующей в альдегидах и сложных эфирах. Широкая полоса поглощения в диапазоне 1148 cm^{-1} соответствует деформационным колебаниям О-Н и валентным колебаниям С-О в третичных спиртах, а также совпадает по диапазону частот с эфирами алифатических кислот и алифатическими аминами. Наблюдаемая полоса поглощения 701 cm^{-1} , возможно, характеризует деформационные колебания N-H в первичных аминах $-\text{NH}_2$, присутствующих в эмульгаторе 2-аминоэтаноле. Полосы поглощения в диапазоне меньше 700 cm^{-1} могут отвечать неорганическим добавкам, примесям и пр.

На рис. 2 представлен ИК-спектр восковой эмульсии образца В. Можно предположить, что по совокупности пиков в областях 2916 , 2848 , 1462 и 719 cm^{-1} основу эмульсии составляет воск.

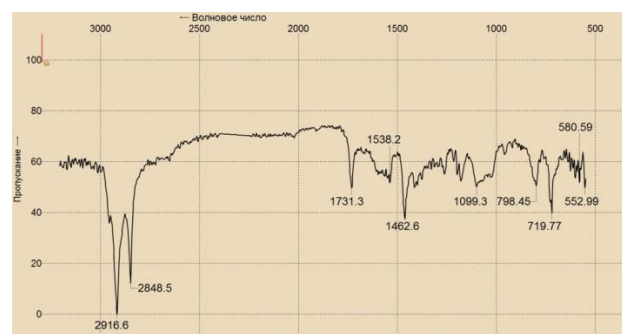


Рис. 2. ИК-спектр пленки восковой эмульсии образца В

ИК-спектр отечественного образца восковой эмульсии отличается присутствием дополнительных пиков в областях 1538 и 798 cm^{-1} . Полоса в области 1538 cm^{-1} может принадлежать колебаниям ненасыщенных азотистых соединений. Диапазон частот с сильным поглощением $1570-1500$ cm^{-1} характерен для колебаний С-NO₂ в ароматических нитросоединениях

[20, 21]. Поскольку данная восковая эмульсия производится с добавкой ингибитора коррозии, то это позволяет предположить, что ингибитор имеет ароматическую природу (типа промышленных ингибиторов марок Г-2, НДА и др.) [22]. Широкая полоса поглощения в диапазоне 1099 см^{-1} соответствует деформационным колебаниям О-Н и валентным колебаниям С-О во вторичных -спиртах. Пики в областях $815\text{-}750$ и $625\text{-}565\text{ см}^{-1}$ отвечают колебаниям RO-N=O в нитритах неорганической природы.

На рис. 3 представлен ИК-спектр восковой эмульсии образца С. В ИК-спектре восковой эмульсии образца С присутствуют полосы поглощения, характерные для воска. Пик на частоте 1599 см^{-1} соответствует нитросоединениям. Пик на частоте 968 см^{-1} соответствует деформационным колебаниям С-Н в дизамещенных алкенах, присутствие которых можно объяснить наличием непрореагировавшего мономера. Интенсивный пик в области 698 см^{-1} можно отнести к монозамещенным производным бензола.

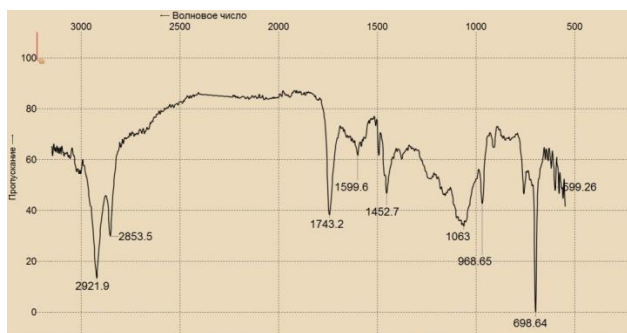


Рис. 3. ИК-спектр пленки восковой эмульсии образца С

Испытание на трение и износ. Свойства скольжения (или смазывающая способность) представляют собой способность двух поверхностей скользить друг по другу, не вызывая каких-либо механических повреждений. Сопротивление скольжению – это способность управлять поверхностной энергией за счет увеличения коэффициента трения отвержденного покрытия.

В табл. 1 приведены результаты исследования скольжения и определения коэффициента трения восковых эмульсий. В ходе испытания фиксировался массовый износ и на основании полученных результатов рассчитаны интенсивность, износостойкость и скорость изнашивания [13].

Таким образом, наименьшая интенсивность массового износа наблюдается у зарубежного аналога – образца А, а наибольшая – у отечественного образца В. Скорость изнашивания образца В в 25 раз выше, чем у образца А.

Отечественные восковые эмульсии имеют более высокие значения коэффициентов трения, чем зарубежный аналог. Более высокий коэффициент трения восковой пленки обуславливает повышение сопротивления скольжению и, соответственно, износ.

Оценка противокоррозионных свойств восковых эмульсий. Результаты испытания образцов в условиях повышенных значений температуры и влажности приведены в табл. 2. Продолжительность испытания составила восемь циклов.

Как видно из табл. 2, после испытаний в климатической камере очаги коррозии наблюдались в виде отдельных пятен только на образце А, на остальных коррозия отсутствовала. Исходя из степени поражения поверхности коррозией, образцу А присвоена оценка К4. Площадь коррозионных разрушений остальных образцов соответствует оценке К0.

Исследование стойкости образцов к воздействию нейтрального соляного тумана выполняли в течение 96 часов. Результаты испытания образцов в условиях соляного тумана представлены в табл. 3.

Как видно из табл. 3, после воздействия нейтрального соляного тумана все образцы имели коррозионные поверхностные разрушения. Наименьшая степень поражения поверхности отмечена у образца В – его оценка коррозии составила К3, что возможно обусловлено наличием ингибиторов коррозии в составе данной восковой эмульсии. Наибольшая степень поражения поверхности отмечена у образца А, что соответствует оценке коррозии К5.

Таблица 1

Результаты испытаний на трение и износ

Образец	Массовый износ			Коэффициент трения	
	Интенсивность износа, мг/м	Износостойкость, м/мг	Скорость изнашивания, г/мин	Статический	Динамический
Образец А	0,00052	1934	0,0002	0,35	0,33
Образец В	0,01011	99	0,0049	0,42	0,46
Образец С	0,00077	1306	0,0004	0,49	0,58

Результаты испытания образцов в условиях повышенных значений температуры и влажности по методу 207-3 ГОСТ Р 51369-99



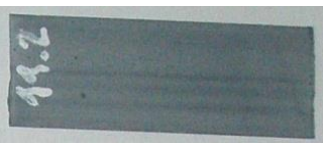



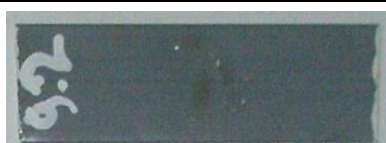

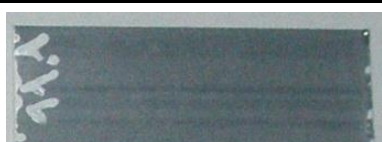

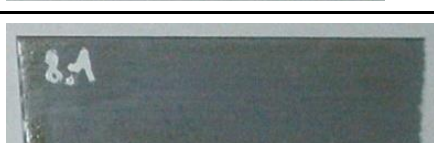

Образцы	Внешний вид образцов		Степень поражения поверхности, %	Оценка коррозии металла, балл
	до испытания	после испытания		
Образец А			7,2	К4
Образец В			0,0	К0
Образец С			0,0	К0

Таблица 3

Результаты испытания образцов при воздействии нейтрального соляного тумана

Образцы	Внешний вид образцов		Степень поражения поверхности, %	Оценка коррозии металла, балл
	до испытания	после испытания		
Образец А			92,8	К5
Образец В			23,6	К3
Образец С			80,0	К5

Заключение

В данной работе было проведено исследование образцов упаковочной ленты, покрытых восковыми эмульсиями разных производителей.

С помощью ИК-спектрометрии изучены составы восковых эмульсий разных производителей. Сравнительный анализ ИК-спектров исследуемых пленок позволяет заключить о примерно одинаковом составе компонентов, основным из которых является воск. Однако есть существенные отличия: на ИК-спектрах

восковых эмульсий образцов В и С присутствуют полосы поглощения, характерные для ароматических нитросоединений, что может соответствовать наличию ингибиторов коррозии в их составах.

В результате проведения испытаний на износ определено, что наибольшая износостойкость наблюдается у зарубежного аналога – образца А, а наименьшая – у отечественного образца В. Скорость изнашивания образца В в 25 раз выше, чем у образца А.

Установлено, по результатам испытания в климатической камере в условиях повышенной температуры и влажности очаги коррозии наблюдались в виде отдельных пятен только на зарубежном аналоге – образце А, на остальных коррозии отсутствовала, что возможно обусловлено наличием ингибиторов коррозии в их составах.

В условиях воздействия нейтрального соляного тумана все образцы имели коррозионные поверхностные разрушения. Наибольшая степень поражения поверхности отмечена у зарубежного образца А, что соответствует оценке коррозии К5. Наименьшая степень поражения поверхности отмечена у отечественного образца В.

Список литературы

1. Потапов А.Е. Обзор рынка упаковочной ленты // Unipack.Ru: отраслевой портал. URL: <https://ref.unipack.ru/print/60/> (дата обращения: 21.11.2023).
2. Астапкин А.С., Винидиктова Н.С., Царенко И.В. Упаковочные полимерные ленты: технологические аспекты производства // Актуальные вопросы физики и техники: сборник материалов XI Республиканской научной конференции. В 2 ч. Ч. 1. Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. С. 16-19.
3. Юрченко В.В. Упаковка продукции. Экономическая эффективность // Строительные материалы. 2011. № 9. С. 26-28.
4. Гун Г.С. Инновационные методы и решения в процессах обработки материалов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 4 (48). С. 99-113.
5. Оценка консервационных материалов для защиты от коррозии рабочих органов сельскохозяйственной техники / Е.Б. Миронов, В.В. Косолапов, Е.М. Тарукин и др. // Вестник НГИЭИ. 2015. № 8 (51). С. 45-57.
6. Ингибиторы коррозии (обзор) / Л.С. Козлова, С.В. Сибилева, Д.В. Чесноков и др. // Авиационные материалы и технологии. 2015. № 2 (35). С. 67-75.
7. ГОСТ 34180-2017. Прокат стальной тонколистовой холоднокатаный и холоднокатаный горячеоцинкованный с полимерным покрытием с непрерывных линий. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2017. 43 с.
8. Пат. 2687620 Российская Федерация, МПК C21D8/02 C21D1/20 C21D9/52 C22C38/00. Способ обработки стальной упаковочной ленты / С.А. Ненашев, А.Ю. Кузьмин, Д.В. Нефедов; заявитель и патентообладатель Ненашев С.А., Кузьмин А.Ю., Нефедов Д.В. № 2017139325; заявл. 13.11.2017; опубл. 15.05.2019.
9. Соколов А.А., Пудов Е.А. Производство высокопрочной упаковочной ленты с лакокрасочным покрытием с целью замены ленты зарубежных производителей // Обработка сплошных и слоистых материалов. 2014. № 1 (40). С. 19-23.
10. Пат. 2784432 Российская Федерация, МПК C09D5/08 C08L91/06 C08J3/03 C07C69/26 C09D191/06. Способ получения водно-восковой эмульсии для защиты металлоизделий от коррозии / С.М. Гайдар, В.Е. Коноплев, О.М. Лапсарь, Т.И. Балькова, А.М. Пикина, Д.И. Петровский; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева». № 2022117349; заявл. 28.06.2022; опубл. 24.11.2022.
11. Тарасюк Е.В., Пономарев А.П., Мулюкова А.Ф. Исследование эксплуатационных свойств восковой эмульсии для стальной упаковочной ленты // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 81-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2023. Т. 2. С. 226.
12. Защитные свойства водно-восковых составов «Герон» / Л.Г. Князева, Е.Г. Кузнецова, В.И. Вигдорovich и др. // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18. № 5. С. 2299-2303.
13. Тарасюк Е.В., Пономарев А.П. Испытания упаковочных материалов: лабораторный практикум. Магнитогорск : МГТУ, 2016. URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1574> (дата обращения: 27.11.2023).
14. ГОСТ Р 51369-99. Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие влажности. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. 23 с.
15. ГОСТ Р 52763-2007. Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие соляного тумана. М.: Стандартинформ, 2007. 15 с.
16. ГОСТ 9.407-2015. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида. М.: Стандартинформ, 2015. 39 с.
17. ГОСТ 9.908-85. Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы и сплавы. Методы опре-

- деления показателей коррозии и коррозионной стойкости. М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. 34 с.
18. Грандберг И.И. Органическая химия: учебник. М.: Дрофа, 2001. 672 с.
19. Полиэтиленовые воска производства ОАО «Газпром нефтехим Салават» / А.М. Кирюхин, З.Д. Федорова, О.Ю. Хисамутдинова и др. // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2015. № 7 (164). С. 106-111.
20. Тарасевич Б.Н. ИК-спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2012. 54 с.
21. Зуев В.В. Применение ИК-спектроскопии на предприятиях ТЭК: учебно-методическое пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2020. 61 с.
22. Антропов Л.И., Макушин Е.М., Панасенко В.Ф. Ингибиторы коррозии металлов. Киев: Техніка, 1981. 183 с.

Сведения об авторах

Коляда Людмила Григорьевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры химии, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия. E-mail: kl174@mail.ru

Тарасюк Елена Владимировна – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры химии, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия. E-mail: gepod@inbox.ru

Пономарев Антон Павлович – старший преподаватель кафедры химии, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия. E-mail: antonpon@mail.ru

Шувалова Мария Михайловна – студентка, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия. E-mail: mariashuvalova81@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

THE RESEARCH OF OPERATIONAL PROPERTIES OF WAX EMULSIONS USED FOR STEEL PACKING TAPE COATING

Kolyada Lyudmila G. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Chemistry, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: kl174@mail.ru

Tarasyuk Elena V. – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Chemistry, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: gepod@inbox.ru

Ponomarev Anton P. – Assistant Professor of the Department of Chemistry, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: antonpon@mail.ru

Shuvalova Mariya M. – Undergraduate Student, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: mariashuvalova81@gmail.com

Abstract. Steel packing tape is widely used for packaging goods of various purposes, including heavy and large ones: reinforcing materials, pipes, rolled metal. Polymer coatings and wax emulsions are applied to surface of metal packing tape to increase its corrosion resistance. This allows tape to withstand not only high air humidity, but also chemical effects of many aggressive agents. Wax emulsions affect sliding, abrasion, movability and water resistance of material. The purpose of this work is to study chemical composition and operational properties of wax emulsions steel packing tape coating. The chemical composition of wax emulsions was analyzed by infrared spectrometry. Sliding was evaluated based on the results of friction and wear tests of materials. The anticorrosion properties of wax emulsions on steel tape samples were studied under conditions of elevated temperature and humidity according to “207-3” method (State Standard GOST R 51369-99) and under exposure to neutral salt mist according to “215-1.2.1” method (State Standard GOST R 52763-2007). The analysis of the IR spectra of the wax emulsions under study allowed revealing significant differences in their composition: the IR spectra of domestic wax emulsions contain absorption bands that are typical for aromatic nitro compounds. This may indicate the presence of corrosion inhibitors in these emulsions. It has been established that the emulsion of foreign production (Sample A) has the highest wear resistance, and the domestic Sample B has the least. During the corrosion tests, the corrosion centers in the form of separate spots appeared only on samples of steel tape with foreign “A” emulsion, on the other samples there were no instances of corrosion. This con-

firmly confirms the supposition of the presence of corrosion inhibitors in the composition of domestically produced wax emulsions, which was made based on the results of the analysis of IR spectra.

Keywords: steel packing tape, wax emulsions, corrosion, inhibitors, infrared spectrometry, wear resistance, friction coefficient.

Ссылка на статью:

Исследование эксплуатационных свойств восковых эмульсий, используемых для нанесения на стальную упаковочную ленту / Л.Г. Коляда, Е.В. Тарасюк, А.П. Пономарев, М.М. Шувалова // Теория и технология металлургического производства. 2023. №4(47). С. 31-38.
Kolyada L.G., Tarasyuk E.V., Ponomarev A.P., Shuvalova M.M. The research of operational properties of wax emulsions used for steel packing tape coating. *Teoria i tehnologiya metallurgicheskogo proizvodstva*. [The theory and process engineering of metallurgical production]. 2023, vol. 47, no. 4, pp. 31–38.