

денсации окисленной формы D- α -токоферола – о-токоферилхинона – с о-фенилендиамином [8]. Авторы показали, что флуориметрический метод определения витамина E в продуктах детского питания имеет меньшую погрешность по сравнению с колориметрическими методами.

Рефрактометрическое определение [12] D- α -токоферола основано на том, что растворы витамина E в масле могут рассматриваться как двухкомпонентные смеси [13]. К таким смесям относится большинство природных продуктов. В этом случае определение каждого из компонентов требует измерения всего одного аналитического параметра с последующим его сопоставлением с данными для индивидуальных составляющих смеси. В качестве такого параметра используется показа-

тель преломления (n_D^{20}), определение которого можно проводить на рефрактометре при комнатной температуре, предварительно определив значения n_D^{20} D- α -токоферола и масла. Для построения градуировочного графика используют стандартные растворы с концентрациями от 20 до 50% масс. Погрешность измерений – не более 1% в этом диапазоне концентраций. По сравнению с ВЭЖХ (контрольный метод) предлагаемый вариант снижает затраты времени до нескольких минут с 2–3 часов без уменьшения точности определений.

Таким образом, оптические методы определения D- α -токоферола остаются, наряду с ВЭЖХ, перспективными для анализа продуктов питания, содержащих витамин E, в условиях контрольно-испытательных лабораторий.

Библиографический список

1. Мелентьева Г.А., Антонова Л.А. Фармацевтическая химия. М.: Медицина, 1985. 480 с.
2. Михеева Е.В., Анисимова Л.С. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2005. Т. 71. № 2. С. 3–9.
3. Кисилевич Р.С., Скварко С.И. // Лабораторное дело. 1972. № 8. С. 473–475.
4. Паранич А.В., Солошенко Э.Н. // Лабораторное дело. 1987. № 9. С. 682–685.
5. Тульчинская К.З., Шерман О.С., Селезнева А.А., Гершкович Е.И. // Вопросы биохимии белково-витаминного питания: Сборник научных работ. Ч. 2. Рига, 1960. 386 с.
6. Григорьева М.П., Степанова Е.Н. // Вопросы питания. 1979. № 1. С. 59–63.
7. Сурай П.Ф. // Вопросы питания. 1988. № 3. С. 69–71.
8. Мощинский П., Пыч Р. // Вопросы питания. 1991. № 4. С. 74–76.
9. Абдуллин И.Ф., Турова Е.Н., Будников Г.К. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2001. Т. 67. № 6. С. 3–13.
10. Попадич И.А., Маслова Л.Г. // Методы анализа пищевых продуктов / Под ред. Ю.А. Клячко. М.: Наука, 1988. С. 9–14.
11. Клюев С.А. // ЖАХ. 1996. Т. 51. № 9. С. 961–963.
12. Зенкевич И.Г., Макаров В.Г., Дадала Ю.В., Соколова Л.И. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2001. Т. 67. № 12. С. 13–16.
13. Иоффе Б.В. Рефрактометрические методы химии. М.: Химия, 1974. 400 с.

УДК 620.193

Л. Г. Коляда, О. М. Катюшенко, Л. Р. Салихова

ИЗУЧЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ КОМБИНИРОВАННЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Один из основных методов защиты металлопродукции на период транспортировки и хранения основан на применении ингибиторов коррозии. Он, в отличие от традиционных способов защиты – консервационными смазками и маслами, обладает существенным преимуществом: не требует специального оборудования для нанесения консервационных материалов на изделия и их удаления у потребителя. Метод защиты металлопродукции с применением ингибиторов практически сводится к простой упаковке изделий в специальные материалы, содержащие ингибиторы коррозии.

Особенно большое значение имеет применение ингибиторов для защиты металлов от атмосферной коррозии. В последние годы эта проблема встала особенно остро в связи с расширением экспорта металлопродукции. В ряде случаев транспортирование продукции происходит в открытых полувагонах или морским путем через районы с влажным тропическим климатом.

При относительной влажности воздуха ($W_{отн}$) более 60–70% начинается конденсация влаги и на поверхности металла появляется адсорбционная пленка воды. При толщине слоя влаги в несколько молекулярных слоев кислород практиче-

Таблица 1

Таблица 2

Объекты исследования

Марка бумаги	Тип ингибитора	Масса ингибитора, г/м ²	Масса бумаги, г/м ²
Fislage	Летучий «N»	9,50	161
Fislage	Летучий «Z»	16,90	168
Walki Promet	Контактный	12,90	149
Steelex	Летучий	4,30	170

Увеличение массы бумаг в зависимости от относительной влажности (г/дм²·ч)

Вид бумаги	Относительная влажность, %			
	52	66	79,3	98
Fislage «N»	0,028	0,026	0,024	0,029
Fislage «Z»	0,032	0,027	0,028	0,032
Walki Promet	0,023	0,019	0,021	0,026
Steelex	0,037	0,032	0,033	0,034

ски беспрепятственно проникает через нее к металлической поверхности. В этих условиях реализуется электрохимический механизм коррозии, протекающий со значительной скоростью [1, 2].

Одним из современных средств защиты металлов от атмосферной коррозии являются упаковочные комбинированные материалы [3]. Это сочетание крепированной бумаги с полиэтиленовым покрытием. Бумага-основа является носителем ингибитора и поглотителем конденсационной влаги. Полимерное покрытие выполняет роль барьера для атмосферных загрязнителей и влаги.

Цель исследований заключалась в изучении защитных свойств упаковочных комбинированных материалов в условиях атмосферной коррозии. Объекты исследования – упаковочные бумаги ламинированные полиэтиленом, армированные полипропиленовой сеткой и содержащие ингибиторы коррозии – представлены в табл. 1. Упаковочные бумаги марок Fislage и Walki Promet используют для упаковок металлопроката, оцинковки и жести в ОАО «ММК».

Наиболее важным фактором, определяющим скорость атмосферной коррозии, является влажность атмосферы. От относительной влажности зависит количество воды, которое сконденсируется на поверхности металла при охлаждении. Так, толщина слоя влаги, образующейся на поверхности железа при относительной влажности воздуха 55%, составляет 15 молекулярных слоев, а при относительной влажности 100% – 90–100 [1]. Крепированная бумажная основа упаковочного материала должна впитывать конденсационную влагу и тем самым предотвращать развитие коррозионного процесса.

С целью определения впитывающей способности образцы бумаг после кондиционирования выдерживали в условиях различной относительной влажности, которые были смоделированы насыщенными растворами неорганических солей. Количество влаги, погло-

щенное упаковочными бумагами, определяли гравиметрическим методом.

Максимальное количество влаги впитывает бумага марки Steelex, минимальное – Walki Promet (табл. 2).

Полученные данные хорошо коррелируют с результатами измерения краевого угла смачивания (θ), определенного методом расчета по форме капли (рис. 1).

При попадании капли воды на бумагу одновременно идут два процесса: растекание воды до образования краевого угла и впитывание воды в пористую бумагу. Растекание обусловлено молекулярным взаимодействием целлюлозы с водой: полярные группы в макромолекулах целлюлозы ориентируются таким образом, что возникают водородные связи (Н - О - Н ... Н - О -), в результате на поверхности удерживается пленка воды толщиной до 1 мкм. Процесс впитывания определяется давлением капли и эффективным радиусом пор бумаги [4].

В результате этих процессов θ изменяется – наблюдается гистерезис смачивания. Полное смачивание бумаги марки Steelex наступает через 15 с с момента помещения капли на поверхность бумаги, что свидетельствует о выраженной ее гидрофильности. Поэтому эта бумага поглощает наибольшее количество влаги. Образцы

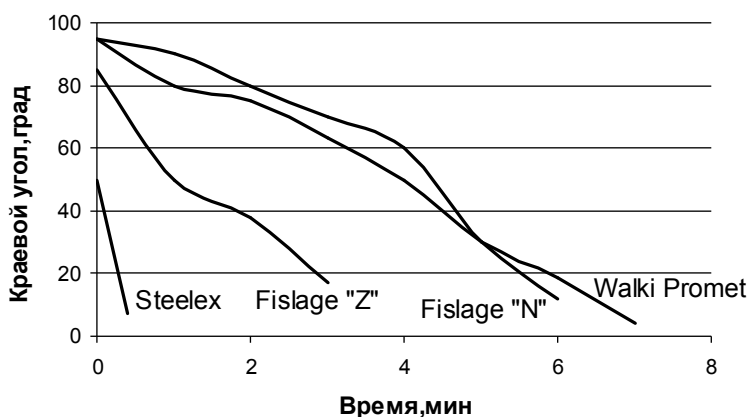


Рис. 1. Изменение краевого угла смачивания в зависимости от времени контакта

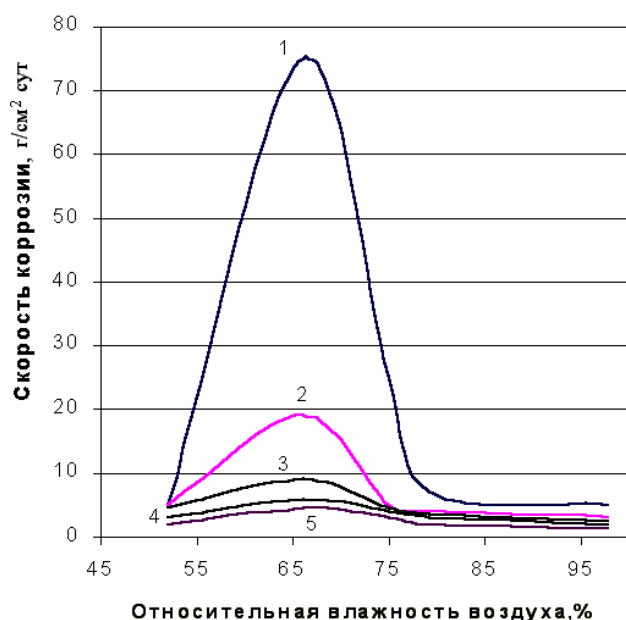


Рис. 2. Зависимость скорости коррозии стали от относительной влажности воздуха:
 1 – контрольный образец; 2 – Steelex;
 3 – Walki Promet; 4 – Fislage «N»; 5 – Fislage «Z»

бумаг Fislage и Walki Promet с некоторой гидрофобизацией поверхности впитывают наименьшее количество влаги. Гидрофобизация бумаги может быть вызвана рядом факторов: сушкой, проклейкой, высаливанием растворов ингибиторов на поверхности.

Влияние относительной влажности воздуха на скорость коррозии определяли на образцах стали марки 08Ю, упакованных в исследуемые бумаги. Максимальная скорость коррозии для всех образцов наблюдается при относительной влажности воздуха 66% (рис. 2).

Известно [1], что испарение пленки воды с поверхности металла приводит к изменению поверхностного натяжения в разных точках. Это вызывает движение электролита и усиливает доставку кислорода к поверхности металла (эффект саморазмешивания).

При низких значениях $W_{отн}$ пленка влаги настолько тонка, что коррозия в большинстве случаев незначительна. При высоких значениях $W_{отн}$ пленка влаги не испаряется и эффект саморазмешивания минимален. Таким образом, в условиях $W_{отн}=66\%$, по-видимому, максимально сказывается эффект саморазмешивания и коррозия стали резко возрастает. По сравнению с контрольным образцом (без упаковки) скорость коррозии стальных пластинок, упакованных в бумаги, содержащие ингибиторы коррозии, ниже в 4–15 раз.

Изучение смачиваемости выявило, что упаковочные бумаги обладают разной степенью гидрофобности. Это обуславливает их различие в способности поглощать атмосферную влагу.

Установлено, что максимальная скорость коррозии холоднокатанной стали марки 08Ю наблюдается при относительной влажности 66%, что является следствием «эффекта саморазмешивания».

Библиографический список

1. Резенфельд И.Л., Персианцева В.П. Ингибиторы атмосферной коррозии. М.: Наука, 1985.
2. Маттссон Э. Электрохимическая коррозия / Под ред. Колотыркина Я.М. М.: Металлургия, 1991.
3. Рогова А.Н., Разумков А.В. Современные способы защиты металлоизделий от коррозии многослойными комбинированными материалами // Тара и упаковка. 2002. № 6. С. 44–47.
4. Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание. М.: Химия, 1974.