

**Чигиринец Е.Э.<sup>1</sup>**, докт. техн. наук, профессор, **Воробьева В.И.<sup>1</sup>**,  
аспирант, **Татарченко Г.О.<sup>2</sup>**, докт. техн. наук,  
**Липатов С.Ю.<sup>3</sup>**, канд. техн. наук

**<sup>1</sup> Национальный технический университет Украины «КПИ»**

просп. Победы, 37, корп. 4, 03056 Киев, Украина, e-mail: corrosionlife@yandex.ru

**<sup>2</sup> Технологический институт Восточнoукраинского национального университета им. В.И.Даля**

просп. Советский, 59а, 93400 Северодонецк, Луганская обл., Украина  
e-mail: tgo@rumbler.ru

**<sup>3</sup> Киевский национальный университет технологий и дизайна**

ул. Немировича-Данченко, 2, 01011 Киев, Украина, e-mail: lipatovsky@gmail.com

## Взаимосвязь метода экстракции и противокоррозионной эффективности летучих фракций шрота рапса

Целью работы было исследование влияния способа экстракции шрота рапса на ингибирующие свойства полученных экстрактов. Показана возможность использования экстрактов рапса в качестве компонента состава летучего ингибитора атмосферной коррозии стали. Методом электрохимических и гравиметрических исследований изучено влияние экстрактов на электрохимическое и коррозионное поведение углеродистой стали. Установлено, что экстракты шрота рапса на основе изопропилового и 40 %-го водного раствора этилового спирта обеспечивают высокую антикоррозионную защиту металла. Использование в качестве экстрагента смесей спирта с глицерином и растительным маслом не обеспечивает извлечение из растительного сырья компонентов, обеспечивающих высокую ингибирующую эффективность. Установлено, что образующие пленки на поверхности металла обладают эффектом защитного последования. Показано, что природа растворителя существенно влияет на ингибирующую эффективность и физико-химические свойства экстрактов. *Библ. 11, рис. 4, табл. 3.*

**Ключевые слова:** летучий ингибитор коррозии, шрот рапса, способ экстракции, изопропанол, этанол, растительное масло, глицерин.

Новые методы защиты металлопродукции на период транспортировки и хранения основаны на применении летучих ингибиторов коррозии (ЛИК). Однако значительная часть разработанных в прошлом ЛИК не отвечает современным экологическим требованиям. К тому же процесс производства ЛИК в результате многостадийного синтеза в современных условиях — задача сложная и дорогостоящая. Поэтому важным направлением в создании новых ЛИК является поиск крупнотоннажных отходов или полупродуктов, содержащих активные ингибирующие компоненты, с целью обеспечения ресурсосбережения.

Перспективным сырьем для создания противокоррозионных композиций ЛИК являются растительные отходы, образующиеся в огромных количествах при переработке лекарственного и растительного сырья в сельском хозяйстве и пищевой промышленности [1, 2]. Растительное сырье имеет многокомпонентный химический со-

став и является уникальным источником органических соединений, широко используемых в практике противокоррозионной защиты [3–5].

Для создания новых ЛИК в Украине наибольший интерес представляет техническая культура рапс. После его переработки образуются сотни тонн отходов, которые не могут быть использованы как корм для животных, а период их биологического разложения в природе составляет десятки лет. При разработке ЛИК особенно важным является использование наиболее простой, но в то же время максимально эффективной схемы извлечения ингибирующих компонентов из растительного сырья. В связи с этим целенаправленное выделение определенных активных компонентов сырья позволит получить ЛИК с высокой противокоррозионной эффективностью при низких экономических затратах.

К традиционным и наиболее распространенным методам экстракции относятся статиче-

ские и динамические способы экстрагирования с разными растворителями. Природа растворителя влияет на процесс экстракции растительного сырья [6]. При правильном подборе экстрагента можно добиться целенаправленного извлечения органических соединений с определенными ингибирующими свойствами. Однако, несмотря на разнообразие методов экстракции и видов экстрагентов каждый из них обладает своими достоинствами и недостатками, которые необходимо учитывать в зависимости от поставленной задачи.

Поскольку не ясно, при каком способе экстракции растительного сырья достигается максимальный антикоррозионный эффект его летучих фракций, то целесообразным был поиск растворителя, позволяющего выделить оптимальный комплекс органических соединений растительного происхождения.

### Экспериментальная часть

В работе в качестве исходного сырья использовали шрот, образуемый при холодном отжиме рапса с целью получения масла. Шрот рапса предварительно измельчали до частиц размером 1–2 мм, а затем экстрагировали методом однократной статической экстракции с периодическим перемешиванием в течение 24 ч.

Ранее было установлено, что изопропанольный экстракт шрота рапса представляет собой многокомпонентную смесь. Хромато-масс-спектральным методом в парогазовой фазе изопропанольного экстракта были идентифицированы такие соединения, как жирные кислоты (пальмитиновая, олеиновая, линолевая), гликозиламины (ксантоносин), сиреневый альдегид, стероиды и флавоноиды.

В качестве экстрагентов использовали растворители или их смеси (табл.1). Была проведена однократная экстракция из растительного сырья растворителями различной природы (массовое соотношение сырье : растворитель = 1 : 10, температура 25 °С).

Изопропиловый (способ 1), этиловый спирты (способ 2) и 40 %-й водный раствор этилового спирта (способ 3) были выбраны для экстракции как наиболее часто используемые растворители в промышленности.

Анализ литературных данных показал, что часто для экстракции органических компонентов из растительного сырья используют двухфазную экстракцию растворителями, которые не смешиваются. Это дает возможность за одну технологическую стадию извлекать комплекс и липофильных, и гидрофобных активных ком-

**Таблица 1. Экстрагенты**

Способ экстракции	Растворитель	Соотношение экстрагентов
1	Изопропанол	–
2	Этанол	–
3	40 %-й водный раствор этанола	–
4	40 %-й водный раствор этанола : растительное масло	6 : 4
5	40 %-й водный раствор этанола : глицерин : растительное масло	6 : 2 : 2
6	Этанол и дистиллированная вода	–

*Примечание.* Для способа 6 проведена раздельная поэтапная экстракция этанолом и водой с последующим упариванием водного экстракта и введением его в этанольный.

понентов. Для подобной экстракции нами была взята смесь «40 %-й водный раствор этилового спирта – подсолнечное масло» (способ 4). Подсолнечное масло представляет собой в основном смесь жирных кислот (стеариновая, пальмитиновая, миристиновая, арахиновая, олеиновая, линолевая, линоленовая).

Использование в экстракционной системе трехатомного спирта – глицерина (способ 5) – обусловлено его структурой, способной к сольватации полифенольных соединений за счет образования комплексов посредством водородной связи [7].

Иногда для экстракции лекарственных растений используют смеси отдельно полученных экстрактов с разными растворителями. Для подобной экстракции нами был взят экстракт на основе этилового спирта, в который был введен упаренный до сухого остатка водный экстракт шрота рапса [8] (способ 6).

Для оценки противокоррозионного действия полученных экстрактов как компонента ЛИК проводили ускоренные коррозионные испытания ЛИК в условиях периодической интенсивной конденсации влаги. Нанесение защитной пленки производили, выдерживая металлические образцы в герметичной емкости, содержащей бюкс с раствором летучего ингибирующего вещества. При этом летучие соединения, испаряясь при температуре окружающей среды, адсорбировались на поверхности металла, образуя защитные слои. Для ускоренных коррозионных испытаний металлические образцы, предварительно обработанные летучими соединениями, завешивали в герметичный сосуд с дистиллированной водой и емкостью с растительным экстрактом. Затем данные сосуды помещали в термокамеру, в которой поддерживали режим периодической конденсации влаги (1 цикл испытаний составлял 8 ч при 40 °С и 16 ч при 25 °С). Общая длительность испытаний 40 сут.

Коррозионные исследования проводили на образцах стали Ст3 размером  $50 \times 20 \times 1$  мм следующего состава, %: С — 0,18; Mn — 0,5; Si — 0,21; P — 0,04; S — 0,05; Cr — 0,3; Ni — 0,3; Cu — 0,3; As — 0,08.

Перед испытаниями образцы Ст3 зачищали наждачной бумагой различной зернистости, обезжировали, выдерживали в атмосфере паров ингибиторов в течение 3 сут. Изменение массы образцов в процессе коррозионных испытаний оценивали гравиметрическим методом. Продукты коррозии снимали травлением в ингибированном растворе соляной кислоты. Оценка эффективности противокоррозионной защиты производили визуально, а также по скорости коррозии и коэффициенту торможения, рассчитываемых по соответствующим формулам [9].

Потенциостатические поляризационные кривые снимали на армированных в тефлон цилиндрических образцах ( $S = 0,385 \text{ см}^2$ ), смещая потенциал электрода (Е) в катодную или анодную область с помощью потенциостата ПИ-50-1 с программатором ПР-8. Потенциал стального электрода измеряли относительно насыщенного хлорсеребряного электрода и пересчитывали на нормальную водородную шкалу; вспомогательным электродом служила платина. Защитное действие  $Z_a$  (при анодном потенциале  $-0,10 \text{ В}$ ) оценивали по данным поляризационных измерений.

Гидрофобность поверхности определяли по краевому углу смачивания поверхности металлической пластины по известной методике [10].

Давление насыщенного пара летучих экстрактов определяли методом точек кипения по методике, основанной на том, что жидкость закипает при давлении ее насыщенного пара, равном внешнему давлению [11].

### Результаты и их обсуждение

Эффективность летучего ингибитора атмосферной коррозии в общем виде зависит от ряда свойств. При этом одним из важнейших показателей является давление его насыщенного пара. Слишком высокое давление обеспечивает быстрое насыщение замкнутого пространства молекулами ингибирующих соединений, однако при этом не будет обеспечиваться эффективная антикоррозионная защита на длительный период. Слишком низкое давление насыщенных паров у ингибитора не будет обеспечивать эффективного торможения коррозионных процессов в начальной стадии коррозионного влияния атмосферы. Поэтому в работе было определено дав-

ление насыщенного пара исследуемых экстрактов рапса в зависимости от типа выбранного экстрагента.

Экспериментальные данные свидетельствуют, что давление насыщенного пара изопропанольного экстракта шрота рапса значительно ниже (62,8 мм рт. ст.), чем любых этанольных экстрактов (около 740 мм рт. ст.). То есть упругость насыщенного пара этанольных экстрактов (способы 2–6) в большей степени определяются физико-химической природой этанола. Для гарантированной эффективной защиты металла при использовании ЛИК на основе этанольных экстрактов необходимо обеспечение герметичного замкнутого пространства.

Были определены показатели скорости коррозии стали Ст3 в присутствии летучих соединений растительных экстрактов шрота рапса в условиях периодической конденсации влаги при  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 40 сут испытаний (табл.2). Анализ противокоррозионной эффективности исследуемых объектов свидетельствует, что все полученные экстракты шрота рапса обеспечивают торможение коррозионных процессов на поверхности металла в условиях периодической конденсации влаги. Установлено, что природа растворителя существенно влияет на ингибирующую эффективность полученных экстрактов при их использовании как ЛИК.

Сравнение ингибирующей эффективности чистых спиртовых экстрактов показывает, что этанольный (способ 2) значительно уступает по эффективности изопропанольному (способ 1). Причиной можно считать значительно более высокую упругость насыщенного пара этанольного экстракта (743,9 мм рт. ст.), что не обеспечивает достаточного уровня ингибирования коррозионных процессов на длительный период (40 сут). Экстрагирование 40 %-м водным раствором этанола приводит к получению экстракта с повышенной антикоррозионной эффективностью. Рост степени защиты составляет 72,05–84,97 %.

**Таблица 2. Противокоррозионная эффективность экстрактов шрота рапса**

Способ экстракции	Z, %	$\gamma$
1	80,59	4,93
2	72,05	3,57
3	84,97	5,75
4	81,97	5,54
5	67,66	3,09
6	71,39	3,49
Без ингибитора	—	—

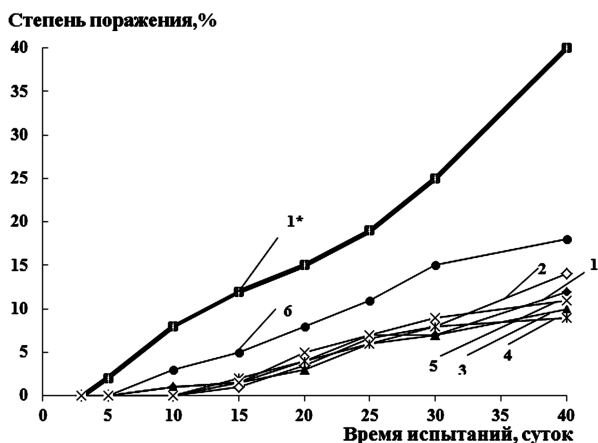


Рис.1. Динамика процесса коррозии образцов Ст3 в условиях периодической конденсации влаги без обработки (1\*) и предварительно обработанных летучими фракциями экстрактов шрота рапса в течение 3 сут, полученных разными способами: 1 – 1; 2 – 2; 3 – 3; 4 – 4; 5 – 5; 6 – 6.

Дополнительное введение растительного масла и глицерина (способы 4, 5), а также двухстадийная обработка этанолом и водой (способ 6) не приводят к существенному повышению ингибирующей способности растительного экстракта, а при способе 5 даже несколько понижает ее.

Исследование динамики изменения степени поражения поверхности образцов Ст3 показывает, что первые незначительные следы коррозии для всех исследуемых систем зафиксированы в среднем после 10 сут ускоренных испытаний (рис.1). При дальнейшем увеличении времени исследований до 40 сут степень поражения поверхности постепенно незначительно уве-

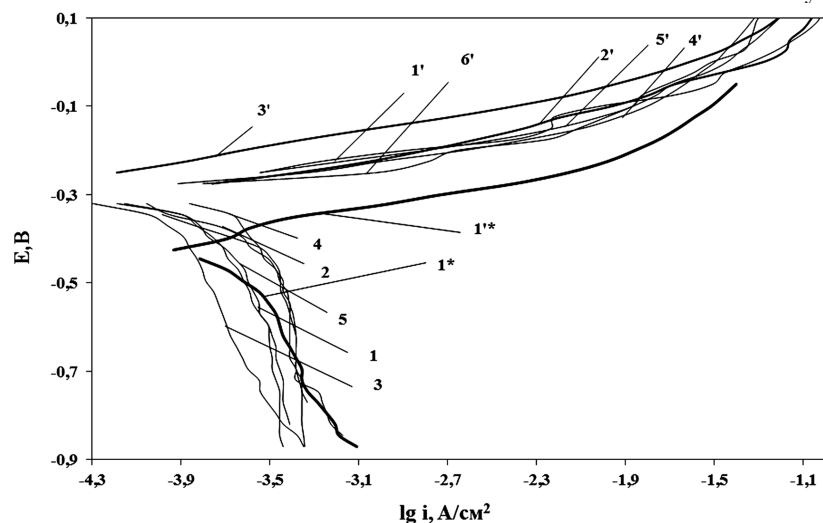


Рис.2. Поляризационные анодные (1'\*) и катодные (1\*) кривые Ст3 в растворе  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (1 моль/л) без и с пленкой, полученной при выдержке ее в течение 3 сут в парах летучих соединений экстрактов рапса разными способами: 1 – 1; 2 – 2; 3 – 3; 4 – 4; 5 – 5; 6 – 6.

личивалась и в среднем для всех исследуемых экстрактов шрота рапса составила 10–20 %, а на образцах, предварительно не обработанных летучими фракциями растительных экстрактов, первые очаги коррозии были зафиксированы через 3 сут испытаний, и со временем их количество увеличивалось более значительно.

Экстракт на основе этилового спирта обеспечивает более эффективную защиту только в начальный период испытаний, а использование изопропанольного и 40 %-го водного этанольного экстракта шрота рапса обеспечивает стабильную противокоррозионную защиту на протяжении всего времени исследований. Пролонгированное защитное действие изопропанольного экстракта, по всей вероятности, обеспечивается более низким давлением упругости насыщенных паров. Повышенное ингибирующее действие 40 %-го водного этанольного экстракта, являющегося смесью полярного и неполярного растворителей, обусловлено иным составом экстрактивных компонентов, так как водные спиртовые растворы извлекают больший ряд соединений из растительного сырья, чем спиртовые [8].

Смеси 40 %-го водного раствора этанола с растительным маслом, а также дополнительным содержанием глицерина, хотя имеют близкие параметры давления насыщенного пара, проявляют различные ингибирующие свойства. Так, степень защиты образцов при использовании в качестве ЛИК экстракта на основе смеси растворителей (способ 4) значительно выше, чем при дополнительном введении в него глицерина (способ 5). По-видимому, это связано с тем, что используемый при экстракции глицерин способствует извлечению большего комплекса органических веществ из рапса [7], но в силу своей природы он мало летуч, и извлекаемые соединения не переходят в паровую фазу.

Таким образом, химическая природа растворителя существенно влияет на компонентный состав экстрагируемых соединений и, следовательно, на его ингибирующую эффективность. При этом уровень упругости насыщенных паров полученных экстрактов носит второстепенный характер.

Анализ данных электрохимических измерений показывает, что выдержка образцов стали Ст3 в парах летучих растительных экстрактов способствует смещению их потенциала



**Таблица 3. Параметры поляризационных кривых СтЗ**

Способ экстракции	$E_{кор}$ , В	$b_a$ , В	$b_k$ , В	$Z_a$ , %
1	-0,27	0,05	0,30	80
2	-0,29	0,10	0,28	78
3	-0,27	0,06	0,31	87
4	-0,32	0,08	0,29	48
5	-0,32	0,07	0,29	56
6	-0,28	0,08	0,29	45
Без ингибитора	-0,45	0,09	0,28	-

коррозии в анодную область (рис.2, табл.3), что свидетельствует о формировании защитной адсорбционной пленки.

Было определено защитное действие  $Z_a$ , рассчитанное по данным анодных поляризационных кривых СтЗ в растворе  $Na_2SO_4$  (1 моль/л) при потенциале -0,1 В (см. табл.3). Для большинства экстрактов данные сопоставимы по абсолютной величине с полученными при ускоренных испытаниях. Только защитное действие для смесей на основе 40 %-го водного раствора этилового спирта с растительным маслом без и с глицерином (способ 5, 6) значительно ниже такового, приведенного в табл.3. Изменение постоянных Тафеля  $b_a$  и  $b_k$  поляризационных кривых свидетельствует о том, что летучие органические соединения исследуемых экстрактов влияют на механизм протекания и катодно-го, и анодного коррозионных процессов.

Эффективность защиты металлов летучими фракциями ингибирующих соединений зависит также от водоотталкивающих свойств пленки, образуемой на поверхности металла. Поэтому в работе были проведены исследования по оценке

**Краевой угол смачивания, градусы**

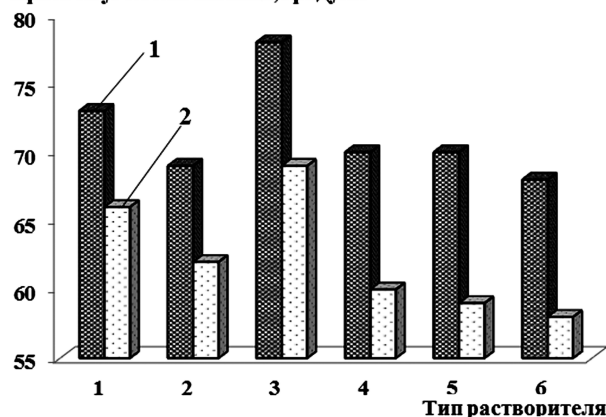


Рис.3. Изменение краевого угла смачивания поверхности СтЗ, обработанной летучими фракциями экстрактов шрота рапса (1) после 40 сут ускоренных испытаний (2) в условиях периодической конденсации влаги.

гидрофобности формируемой пленки после предварительной обработки металла в парах полученных экстрактов шрота рапса в зависимости от типа растворителя.

Установлено, что краевые углы смачивания водой поверхности СтЗ при наличии любой пленки, полученной в парах исследуемых экстрактов, увеличиваются, что свидетельствует о повышении водоотталкивающих свойств. При этом угол смачивания  $\theta$  зависит от природы выбранного растворителя при экстракции. Полученные результаты свидетельствуют о том, что наибольшей гидрофобизирующей способностью обладают пленки, образованные из паровой фазы экстрактов на основе изопропанола и 40 %-го раствора этилового спирта (см. рис.3).

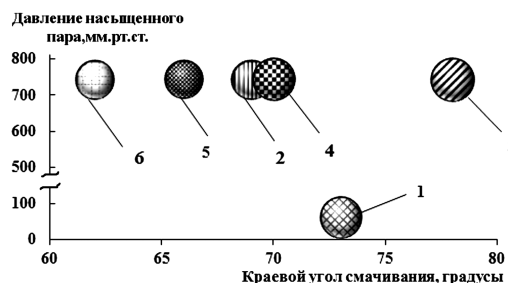


Рис.4. Взаимосвязь степени защиты металла (размер пузырька), упругости насыщенного пара экстрактов и гидрофобности поверхности СтЗ, обработанной в парах летучих соединений экстрактов шрота рапса, полученных разными способами: 1 – 1; 2 – 2; 3 – 3; 4 – 4; 5 – 5; 6 – 6.

При использовании других экстрагентов гидрофобные свойства поверхности металла уменьшаются в ряду в следующей последовательности: этанол > 40 %-й раствор этанола – растительное масло > 40 %-й раствор этанола – растительное масло – глицерин > двухстадийная экстракция.

Гидрофобизация или гидрофилизация после ускоренных испытаний предварительно обработанного ЛИК металла может служить качественной характеристикой эффекта последствия ингибиторов. Поэтому в работе определяли водоотталкивающие свойства пленки после 40 сут испытаний в условиях периодической конденсации влаги. Краевые углы смачивания водой поверхности металла, подвергнутой ускоренным испытаниям, уменьшаются в ряду: изопропанол > 40 %-й раствор этанола > этанол > двухстадийная экстракция > без обработки ингибитором.

В случае использования в качестве ЛИК экстрактов шрота рапса на основе смеси 40 %-го раствора этанола с маслом (способ 4) и с дополнительным содержанием глицерина

(способ 5) после ускоренных испытаний пленки практически не обладают водоотталкивающими свойствами.

Проанализировав и сопоставив физико-химические свойства полученных экстрактов на основе шрота рапса, а также результаты ускоренных испытаний и электрохимических измерений, можно рекомендовать оптимальные растворители для экстракции. На рис.4 представлена взаимосвязь защитной способности, давления насыщенного пара исследуемых экстрактов шрота рапса и водоотталкивающей способности пленок, образуемых на металлической поверхности.

Наиболее подходящими экстрагентами для извлечения органических соединений из шрота рапса с целью последующего использования их в качестве основы ЛИК являются изопропанол (способ 1) и 40 %-й раствор этилового спирта (способ 3). Это обусловлено тем, что пленки на поверхности металла, образуемые в парах данных экстрактов, демонстрируют высокие ингибирующие свойства (ускоренные и модельные электрохимические исследования), а также обеспечивают более высокие водоотталкивающие свойства поверхности.

### Выводы

Установлено, что летучие фракции изопропанольного и этанольных экстрактов шрота рапса обеспечивают образование антикоррозионных пленок, тормозящих коррозионные процессы на поверхности Ст3 в условиях периодической конденсации влаги.

Показано, что упругость насыщенных паров изопропанольного экстракта значительно ниже этанольного, в том числе с дополнительным введением других экстрагентов, что обеспечивает защитную способность формируемых пленок на более длительный период.

Установлено, что совместное применение полярного и неполярного экстрагентов (этанол и воды) приводит к получению экстракта с повышенными антикоррозионными свойствами. Этот эффект не достигается при двухстадийной обработке шрота рапса этанолом и водой. Дополнительное использование в качестве экстрагентов глицерина и масел растительного происхождения также не приводит к росту противокоррозионной эффективности летучих фракций экстрактов.

Электрохимическими исследованиями показано, что летучие соединения исследуемых экс-

трактов шрота рапса влияют на механизм протекания анодной и катодной реакций.

Установлено, что пленки, образуемые на поверхности металла из паровой фазы изопропанольного и исследуемых этанольных экстрактов шрота рапса, обладают гидрофобизирующей способностью. В процессе эксплуатации в условиях конденсации влаги (в течение 40 сут) образцов Ст3 с предварительной обработкой в парах исследуемых экстрактов водоотталкивающие свойства поверхности снижаются на 9,5–15,5 %.

### Список литературы

1. Чигиринец Е.Э., Воробьева В.И., Мирянова О.А. Выбор растительного сырья для создания высокоэффективных ингибирующих композиций // Сб. науч. ст. III Всеукр. съезда экологов с междунар. участием. — 2011. — № 1. — С. 305–307.
2. Чигиринець О.Е., Воробійова В.І. Дослідження протикорозійної ефективності рослинних екстрактів // Наук. вісті «КПІ». — 2010. — № 6. — С. 152–155.
3. El-Etre A.Y. Inhibition of alluminum corrosion using Opuntia extract // Corrosion Science. — 2003. — Vol. 45, № 11. — P. 2485–2495.
4. El-Etre A.Y. Khillah extract as inhibitor for acid corrosion of SX 316 steel // Appl. Surf. Sci. — 2006. — Vol. 252, № 24. — P. 8521–8525.
5. Ekpe J.E., Ebenso E.E., Ibok U.J. Inhibitory action of Azadirachta indica leaves extract on the corrosion of mild steel in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> // West African Journal of Biological and Applied Chemistry. — 1994. — Vol. 37. — P. 13–30.
6. Коничев А.С., Баурин П.В., Федоровский Н.Н., Марахова А.И., Якубович Л.М., Черникова М.А. Традиционные и современные методы экстракции биологически-активных веществ из растительного сырья: перспективы, достоинства, недостатки // Вестн. Моск. гос. обл. ун-та. — 2011. — № 3. — С. 49–54.
7. Переверткина И.В., Волков А.Д., Болотов В.М. Влияние глицерина на экстрагирование антоциановых пигментов из растительного сырья // Химия растит. сырья. — 2011. — № 2. — С. 187–188.
8. Сидоров Ю.І., Губицька І.І., Конечна Р.Т., Новіков В.П. Екстракція рослинної сировини : Навч. посібник. — Львів : Нац. ун-т «Львів. політехніка», 2008. — 336 с.
9. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. — М. : Металлургия, 1976. — 470 с.
10. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания. — М. : Химия, 1976. — 230 с.
11. Розенфельд И.Л., Персианцева В.П. Ингибиторы атмосферной коррозии. — М. : Наука, 1985. — 264 с.

Поступила в редакцию 19.09.12

**Чигиринець О.Е.<sup>1</sup>**, докт. техн. наук, професор, **Воробйова В.І.<sup>1</sup>**, аспірант,  
**Татарченко Г.О.<sup>2</sup>**, докт. тех. наук, **Ліпатов С.Ю.<sup>3</sup>**, канд. техн. наук

<sup>1</sup> **Національний технічний університет України «КПІ»**

просп. Перемоги 37, корп. 4, 03056 Київ, Україна, e-mail: corrosionlife@yandex.ru

<sup>2</sup> **Технологічний інститут Східноукраїнського університету ім. В.І.Даля**

просп. Советський, 59а, 93400 Сєвєродонецьк, Луганська обл., Україна

e-mail: tgo@rumbler.ru

<sup>3</sup> **Київський національний університет технологій та дизайну**

вул. Нємировича-Данченка, 2, 01011 Київ, Україна, e-mail: lipatovsy@gmail.com

## **Взаимозв'язок метода екстракції та протикорозійної ефективності летючих фракцій шрота ріпаку**

Метою роботи було дослідження впливу способу екстракції шроту ріпаку на інгібуючі властивості отриманих екстрактів. Показано можливість використання екстрактів ріпаку в якості компонента складу летючого інгібітора атмосферної корозії сталі. Методом електрохімічних та гравіметричних досліджень вивчено вплив екстрактів на електрохімічне та корозійне поведінку вуглецевої сталі. Встановлено, що екстракти шроту ріпаку на основі ізопропілового та 40 % водного розчину етилового спирту забезпечують високу антикорозійний захист металу. Використання в якості екстрагентів сумішей спирту з гліцирином та рослинним маслом, не забезпечує вилучення з рослинної сировини, компонентів забезпечують високу інгібіторну ефективність. Встановлено, що утворювані плівки на поверхні металі мають ефект захисного післядії. Встановлено, що природа розчинника істотно впливає на інгібуючу ефективність і фізико-хімічні властивості екстрактів. *Бібл. 14, рис. 2, табл. 1.*

**Ключові слова:** летючий інгібітор корозії, шрот ріпаку, спосіб екстракції, ізопропанол, етанол, рослинна олія, гліцерин.

**Chygyrynets O.E.<sup>1</sup>**, Doctor of Technical Sciences, Professor,

**Vorobyova V.I.<sup>1</sup>**, Postgraduate,

**Tatarchenko G.O.<sup>2</sup>**, Doctor of Technical Sciences,

**Lipatov S.Yu.<sup>3</sup>**, Candidate of Technical Sciences

<sup>1</sup> **The National Technical University of Ukraine «KPI»**

37, Peremogyi Prospekt, 03056 Kiev, Ukraine, e-mail: corrosionlife@yandex.ru

<sup>2</sup> **Technological Institute of East Ukraine V. Dahl National University**

59a, Sovietskiy Prospekt, 93400 Severodonetsk, Lugansk reg., Ukraine, e-mail: tgo@rumbler.ru

<sup>3</sup> **Kiev National University of Technologies and Design**

2, Nemirovich-Danchenko St., 01011 Kiev, Ukraine, e-mail: lipatovsy@gmail.com

## **Relationship Method of Extraction and Inhibition Efficiency Volatiles Compounds Extract of Cake Rapeseeds**

The goal of the study was investigation of the effect of rapeseed extraction method on inhibitory properties of produced extracts. The potential of using rapeseed extracts as ingredients of a formulation of steel outdoor corrosion volatile inhibitor has been shown. Effects of the extract on corrosion behavior of carbon steel in a solution simulating outdoor corrosion were investigated by electrochemical and gravimetric tests. Rapeseed extracts based on isopropyl and 40 % aqueous solution have been established to assure high metal anti-corrosion protection. Use of alcohol glycerol, and vegetable oil mixtures does

not assure extraction of ingredients of high inhibitory efficacy from plant raw materials. Films formed on the metal surface have been established to possess protective aftereffect. The solvent nature has been found to exert considerable effects on inhibitory efficacy and physicochemical properties of extracts. *Bibl. 14, Fig. 2, Table 1.*

**Key words:** vapor phase corrosion inhibitor, rape seeds, method extractions, isopropyl alcohol, ethanol, plants oil, glycerol.

### Reference

1. Chigirinec E.Je., Vorob'eva V.I., Mirjanova O.A. Choice of plant materials for creation of high-inhibiting compositions // Sbornik nauchnyh statej III vseukrainskogo sezda jekologov s mezhdunarodnym uchastiem. — 2011. — № 1. — pp. 305–307. (Rus.)
2. Chigirinec' O.E., Vorobjova V.I. Doslidzhennja protikoroziyjnoj efektyvnosti roslinnih ekstraktiv // Naukovi visti «KPI». — 2010. — № 6. — S. 152–155. (Ukr.)
3. El-Etre A.Y. Inhibition of alluminum corrosion using Opuntia extract // Corrosion Science. — 2003. — Vol. 45, № 11. — pp. 2485–2495.
4. El-Etre A.Y. Khillah extract as inhibitor for acid corrosion of SX 316 steel // Applied Surface Science. — 2006. — Vol. 252, № 24. — pp. 8521–8525.
5. Ekpe J.E., Ebenso E.E., Ibok U.J. Inhibitory action of Azadirachtaindica leaves extract on the corrosion of mild steel in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> // West African Journal of Biological and Applied Chemistry. — 1994. — Vol. 37. — pp. 13–30.
6. Konichev A.S., Baurin P.V., Fedorovskij N.N., Marahova A.I., Jakubovich L.M., Chernikova M.A. Traditional and modern methods of extraction of biologically active substances from plant materials: prospects, advantages, disadvantages // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. — 2011. — № 3. — pp. 49–54. (Rus.)
7. Perevertkina I.V., Volkov A.D., Bolotov V.M. Effect of glycerin on Extraction of anthocyanin Pigments from plant material // Himija rastitel'nogo syr'ja. — 2011. — № 2. — pp. 187–188. (Rus.)
8. Sidorov Ju.I., Gubic'ka I.I., Konechna R.T., Novikov V.P. Extraction of plant material: Uchebnoe posobie. — L'viv: Vidavnictvo L'vivskoj politehniki, 2008. — 336 P. (Ukr)
9. Zhuk N.P. Exchange theory corrosion protection and metals. — Moscow: Metallurgija, 1976. — 470 p. (Rus.)
10. Summ B.D., Gorjunov Ju.V. Physico-chemical basis of wetting and spreading. — Moscow: Himija, 1976. — 230 p. (Rus.)
11. Rozenfeld I.L., Persianceva V.P. Atmospheric corrosion inhibitor. — Moscow: Nauka, 1985. — 264 p. (Rus.)

Received September 19, 2012

## Сводный каталог периодических изданий, выпускаемых академиями наук — членами МААН

Каталог создан после принятия Советом Международной ассоциации академий наук решения о поддержке инициативы Совета по книгоизданию при МААН о создании совместного подписного каталога научных периодических изданий Академий наук и организаций — членов МААН.

Цель создания каталога — улучшение коммуникаций и обмена научной информацией между учеными и создание льготных условий для подписчиков, издателей и редакций научных изданий.

По вопросам организации подписки, оформления заказов и обработки подписной документации обращайтесь по адресам:

### в Украине

**Агентство «Укринформнаука»**  
ул. Владимирская, 54, комн. 144  
Киев-30, 01601  
тел. / факс +38 (044) 239-64-57  
моб. +38 (050) 154-77-83  
E-mail: innovation@nas.gov.ua

### в России

**Компания «Информнаука»**  
вед. специалист  
Перова Ольга Александровна  
тел.: 8(495) 787 38 73  
факс: 8(499) 152 54 81  
e-mail: perova@viniti.ru