

в интервале 1,5...4 м/с, находим  $B = P/v$ ,  $\mu$  по формуле (11),  $K_a = \mu K_0$ ,  $P_{кр} = K_a B$ ,  $\varphi_{кр} = b\delta / (a + b)$ ,  $m = P_{кр} / (\varphi_{кр} g)$ ,  $\vartheta = N_n / m$ ,  $\varphi_3$ ,  $\varphi_4$ , минимизируем  $F_2$  по формуле (7) ( $F_2$  имеет порядок  $10^{-6}$ ).

#### Список литературы

1. Иофинов, С.А. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка / С.А. Иофинов, Э.П. Бабенко, Ю.А. Зуев. — М.: Агропроиздат, 1985. — 272 с.
2. Зангиев, А.А. Оптимизация состава и режимов работы машинно-тракторных агрегатов по критериям

ресурсосбережения: дис. ... д-ра техн. наук / А.А. Зангиев. — М., 1987. — 520 с.

3. Зангиев, А.А. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка / А.А. Зангиев, Г.П. Лышко, А.Н. Скороходов. — М.: Колос, 1996. — 320 с.

4. Зангиев, А.А. Оптимизация энергонасыщенности трактора с учетом уплотняющего воздействия на почву / А.А. Зангиев // Техника в сельском хозяйстве. — 2000. — № 2. — С. 34–36.

5. Самсонов, В.А. Основы теории мобильных сельскохозяйственных агрегатов / В.А. Самсонов [и др.]. — М.: Колос, 2000. — 248 с.

УДК 620.197.2:547.1–32

*Л.Ю. Дёмина, канд. биол. наук*

*А.Л. Дмитриевский*

*Е.А. Улюкина, канд. хим. наук*

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

## АНТИКОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА НАТРИЕВЫХ СОЛЕЙ ТРИТЕРПЕНОВЫХ КИСЛОТ

**В**следствие коррозионных разрушений ежегодно выходят из строя конструкции, в которых столько же металла, сколько дает 1/3 мощностей металлургической промышленности. Часть металла, заключенного в выходящих из строя металлоконструкциях, возвращается в металлооборот путем переплавки, а около 10...15 % общего объема ежегодно добываемого металла распыляется и составляет невозвратимые потери [1]. Особенно сильно атмосферной коррозии подвергаются транспорт, военная и сельскохозяйственная техника, эксплуатация, а часто и хранение которой происходит на открытом воздухе.

По данным Бюллетеня информационно-консультационной службы АПК МО (вып. 2, 2001), в агропромышленном комплексе страны находится около 950 тыс. тракторов, 240 тыс. зерноуборочных комбайнов, 70 тыс. кормоуборочных машин, 30 тыс. поливальных машин. За исключением тракторов и автомобилей, используемых в растениеводстве, сельхозмашины работают от 150 до 400 ч в году, а остальное время бездействуют, поэтому, учитывая их высокую стоимость, необходимо соблюдать технологии консервации и защиты от коррозии.

Для этого в период их эксплуатации и хранения используются ингибиторы, причем в последние годы возрастает спрос на экологически безопасные природные ингибиторы коррозии, получаемые из растений, используются достаточно давно [2, 3]. Доказана высокая эффективность модифицированного растительного сырья в различных областях техники, в том числе в качестве ингибиторов коррозии черных металлов [4], поэтому была изучена

способность натриевых солей тритерпеновых кислот, выделяемых из хвои пихты, снижать скорость коррозии низкоуглеродистой стали Ст. 3 в водном растворе при различных значениях рН. Кислотная среда создавалась добавлением соляной кислоты. Для проверки защитной способности ингибиторов коррозии, согласно требованиям ГОСТ 9.506, использовали гравиметрический метод. Образцы стали помещали в водные растворы HCl с различными значениями рН при различных концентрациях натриевых солей тритерпеновых кислот. Результаты гравиметрических испытаний ингибитора представлены в таблице.

При добавлении смеси солей тритерпеновых кислот в раствор соляной кислоты резко снижается скорость коррозии стальных образцов. Вероятно, молекулы или ионы ингибитора электростатически или химически взаимодействуя с поверхностью металла, закрепляются на ней, что приводит к торможению коррозионного процесса. Наиболее значительное снижение скорости коррозии наблюдается в интервале рН от 4 до 7 (с увеличением концентрации ингибитора от 0 до 0,2 г/л скорость коррозии образцов стали снижается от 100 до 370 раз).

Оценку эффективности ингибитора проводили по степени защиты  $Z$  (защитный эффект). Полученные данные позволяют утверждать, что ингибитор относится к классу высокоэффективных в слабых кислых средах при рН от 4 до 7. В этих условиях обеспечивается степень защиты 90 % при концентрации ингибитора менее 50 мг/л, характер коррозии — равномерный; язв, питтингов не наблюдалось. При более высокой кислотности такой же

Скорость коррозии образцов Ст. 3 при различных значениях рН

рН	Скорость коррозии $v$ , г/(м <sup>2</sup> ·ч)						
	Концентрация ингибитора, г/л						
	Без ингибитора	0,01	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
7	0,122	$6,31 \cdot 10^{-2}$	$1,68 \cdot 10^{-2}$	$2,44 \cdot 10^{-3}$	$1,42 \cdot 10^{-3}$	$7,68 \cdot 10^{-4}$	$3,26 \cdot 10^{-4}$
6	0,144	$7,94 \cdot 10^{-2}$	$2,11 \cdot 10^{-2}$	$3,20 \cdot 10^{-3}$	$1,61 \cdot 10^{-3}$	$9,50 \cdot 10^{-4}$	$4,18 \cdot 10^{-4}$
5	0,185	0,107	$2,79 \cdot 10^{-2}$	$5,10 \cdot 10^{-3}$	$2,39 \cdot 10^{-3}$	$1,28 \cdot 10^{-3}$	$5,55 \cdot 10^{-4}$
4	0,245	0,148	$4,50 \cdot 10^{-2}$	$9,04 \cdot 10^{-3}$	$6,03 \cdot 10^{-3}$	$3,87 \cdot 10^{-3}$	$2,16 \cdot 10^{-3}$
3	0,630	0,401	0,149	$3,67 \cdot 10^{-2}$	$2,77 \cdot 10^{-2}$	$1,80 \cdot 10^{-2}$	$1,03 \cdot 10^{-2}$
2	1,34	0,936	0,531	0,181	0,102	$6,19 \cdot 10^{-2}$	$4,19 \cdot 10^{-2}$
1	3,26	2,44	1,36	0,762	0,505	0,404	0,280

значительный защитный эффект достигается при концентрациях ингибитора от 80 до 200 мг/л.

Авторы полагают, что натриевые соли тритерпеновых кислот как органические соединения дефиальной природы, т. е. состоящие из полярных и неполярных частей, обладают выраженными поверхностно-активными свойствами.

В водном растворе ионы тритерпеновых кислот, приближаясь к поверхности металла на расстояние ионного радиуса, частично или полностью дегидратируются и сорбируются на поверхности стали. Далее происходит нуклеофильное замещение лигандов в поверхностном комплексе железа на анионы ингибитора. Связь между поверхностно-активными ионами тритерпеновых кислот и поверхностью металла приближается к прочности химической связи, а атомы металла приобретают меньшую реакционную способность, что приводит к снижению электрохимической коррозии.

При увеличении концентрации ионов  $H^+$  в растворе происходит протонирование анионов тритерпеновых кислот и разрушение их координационной связи с железом, образующиеся молекулы тритерпеновых кислот являются более слабыми лигандами и хуже сорбируются на поверхности желе-

за, поэтому степень защиты ингибитора при  $pH < 4$  снижается. Для достижения высокой степени защиты металла при низких значениях рН требуется увеличение концентрации ингибитора или его химическая модификация.

Таким образом, натриевые соли тритерпеновых кислот, полученные из возобновляемого растительного сырья, могут быть использованы как высокоэффективные ингибиторы коррозии в нейтральных и слабодокислых средах.

#### Список литературы

1. Андреев, И.Н. Введение в коррозиологию / И.Н. Андреев. — Казань: Изд-во Казанского государственного технологического ун-та, 2004. — 132 с.
2. Ананьева, Г.Ф. Кинетические показатели ингибитора, полученного из растительного сырья / Г.Ф. Ананьева, Е.В. Школьников, Б.Ф. Никандров // Борьба с коррозией в нефтеперераб. и нефтехим. пром-сти: тез. докл. Всес. науч.-техн. конф. — Кириши, 1988. — С. 140.
3. Школьников, Е.В. Ингибирование кислотной коррозии сталей водорастворимыми веществами еловой коры / Е.В. Школьников, Г.Ф. Ананьева // Изв. С.-Петербург. лесотехн. акад. — 1997. — № 5. — С. 81–87.
4. Изучение ингибирующего действия веществ, выделенных из отходов переработки растительного сырья / Г.П. Щетинина [и др.] // Транспортное дело России. — 2005. — № 3. — С. 135–136.

УДК 633. 1: 631. 563. 2

*А.И. Купреенко, доктор техн. наук*

*Х.М. Исаев, канд. экон. наук*

*Е.М. Байдаков*

Брянская государственная сельскохозяйственная академия

## К ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ БАРАБАННОЙ ГЕЛИОСУШИЛКИ ЗЕРНА

На основании анализа существующих конструкций гелиосушилок авторы статьи создали и испытали барабанную гелиосушилку зерна, которая обеспечивает в сравнении с на-

польной сушилкой и барабанной с электроподогревом воздуха одинаковую скорость сушки при значительном снижении энергозатрат на процесс [1].