

(ISIS) включен графический редактор печатных плат (ARES)). И только потом создавать реальное устройство, зная, что оно работоспособно. Управление исполнительными устройствами с использованием микроконтроллеров приводит к снижению энергетических потерь за счет рационального управления, обеспечивая равномерный полив в теплицах.

#### **Список использованной литературы**

1. Евстифеев, А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega. Руководство пользователя / А.В. Евстифеев // М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. – 592 с.
2. Граф Р., Шиитс В. Энциклопедия электронных схем // М.: ДМК-пресс – 2010 – с.178.
3. Матвеев И.П. Методика изучения микроконтроллеров AVR. «Информатизация образования», №2. 2013. - С.86-95.

**УДК 620.197: 532.542.004**

**А.И. Петрашев<sup>1</sup>, д.т.н., Е.Г. Кузнецова<sup>1</sup>, к.х.н.,  
Ф.Д. Таха<sup>2</sup>, аспирант**

*<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве,*

*<sup>2</sup>Тамбовский государственный технический университет,  
г. Тамбов, Российская Федерация*

### **РАЗРАБОТКА ИНГИБИРОВАННЫХ БИТУМНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ АГРАРНОЙ ТЕХНИКИ**

#### **Введение**

В процессе эксплуатации почвообрабатывающих, посевных, картофеле-и-корнеуборочных машин, комбайнов покрытия их рабочих органов быстро истираются при контакте с почвой и растительной массой. Так как рабочие органы, в основном, изготовлены из углеродистых сталей, то по окончании сезона эксплуатации их открытые металлические поверхности подвергаются воздействию агрессивных факторов окружающей среды и корродируют. Процесс коррозии развивается постепенно, его отрицательные последствия смещены во времени на несколько лет вперед и проявляют себя косвенным образом. Из-за коррозии, с одной стороны - снижается прочность деталей [1, 2], а с другой - увеличиваются силовые нагрузки на них в процессе эксплуатации. В

результате происходит деформация и частичное разрушение конструктивных элементов сельхозмашин, устраняемое путем проведения сварочных работ. Чтобы не допустить снижение безотказности и долговечности сельскохозяйственной техники в межсезонный период необходимо проводить мероприятия по ее консервации [3].

*Методика исследований.* Защитные свойства и долговечность консервационного покрытия зависят от вида связующего и компонентов, которые замедляют (ингибируют) коррозию или усиливают адгезию покрытия к металлу, повышают его физико-механические свойства [4, 5]. Наиболее дешевыми являются твердо-пленочные консервационные составы на битумной основе. Для оценки влияния содержания компонентов в битумных составах на их защитные свойства, проведены ускоренные коррозионные исследования. В качестве переменных факторов взято процентное содержание твердо-пластичных компонентов в смеси: битум, сланцевая мастика и присадка Эмульгин. Растворитель уайт-спирит добавляли к указанным компонентам по массе 2 : 1. Путем нагрева и смешивания приготовлено 8 вариантов составов, каждым составом покрывали по 4 пластины из стали Ст3. Составы сушили 5 суток и помещали в 3 % водный раствор NaCl; длительность исследований – 15 суток. Затем оценивали потери массы пластин ( $\text{г/м}^2$ ) от коррозии на аналитических электронных весах СЕ 224-С. Толщину покрытия на пластинах измеряли после высыхания толщиномером Horstek TC315.

### **Основная часть**

По результатам коррозионных исследований установлено влияние содержания компонентов на стойкость консервационных покрытий в 3% растворе NaCl (рисунок 1).

Стойкость покрытия возрастала с увеличением содержания битума от 63 до 80% и присадки Эмульгин от 5 до 8%, при уменьшении содержания сланцевой мастики от 32 до 12%. При этом коррозионные потери стали снизились в 2,4 раза (с 17,76 до 7,26  $\text{г/м}^2$ ). После обработки результатов ускоренных испытаний получено уравнение регрессии, адекватно описывающее влияние содержания битума ( $X_1$ ), сланцевой мастики ( $X_2$ ) и Эмульгина ( $X_3$ ) на потери ( $Y$ ,  $\text{г/м}^2$ ) стали Ст3 от коррозии в 3% растворе NaCl:

$$Y = 11,44 - 2,53X_1 + 1,56X_2 - 1,42X_3 - 0,93X_1X_2 .$$

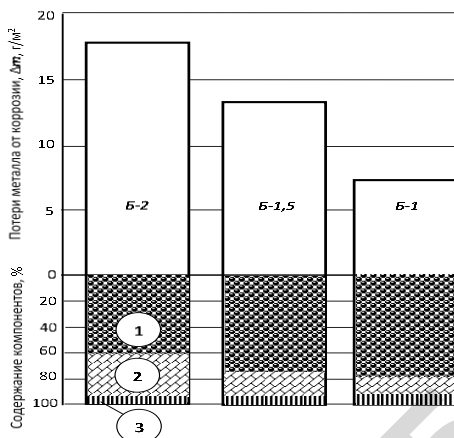


Рис. 1. Влияние содержания битума (1), сланцевой мастики (2) и присадки Эмульгин (3) на потери  $\Delta m$  стали Ст3 от коррозии в растворе NaCl. Содержание компонентов в покрытиях: B-1 (битум 80%, сланцевая мастика 12%, присадка Эмульгин 8%), B-1,5 (битум 75%, сланцевая мастика 19%, присадка Эмульгин 6%), B-2 (битум 63%, сланцевая мастика 32%, присадка Эмульгин 5%)

Из уравнения регрессии следует, что коррозионные потери металла под покрытием снижаются при увеличении содержания битума, Эмульгина и при уменьшении сланцевой мастики. Так как у произведения факторов ( $X_1 X_2$ ) коэффициент (-0,93) значим и имеет знак минус, то уравнение регрессии указывает на необходимость увеличивать количество битума при увеличении сланцевой мастики или уменьшать количество сланцевой мастики при уменьшении битума. Интерпретация уравнения регрессии позволила определить варианты битумных составов с лучшими и худшими защитными свойствами. При защите стали составом B-1, содержащим битум 80%, сланцевую мастику 12%, присадку Эмульгин 8%, коррозионные потери минимальны – 6,86 г/м<sup>2</sup>. При защите составом B-2, содержащим битум 63%, сланцевую мастику 32%, присадку Эмульгин 5%, коррозионные потери максимальны – 17,88 г/м<sup>2</sup>.

Исследована взаимосвязь условной вязкости битумных составов B-1 и B-2 с содержанием в них уайт-спирита, используемого в качестве растворителя; исследования проведены при температуре 20-22°C. По представленным на рисунке 2 зависимостям определены технологически минимальные концентрации растворителя. Для

битумного состава *Б-1* технологически минимальная концентрация уайт-спирита равна 58%, для состава *Б-2* она ниже – 55%. При минимальных концентрациях уайт-спирита условная вязкость составов равна 150 с ВЗ-4 и является максимально допустимой для удовлетворительного нанесения пневматическим распылителем СО-71. При этом толщина защитной пленки составляет 23-30 мкм.

С целью экономного потребления растворителя (уайт-спирита) и ресурсозамещения сланцевой мастики на более доступный компонент, в битумный состав введен мазут М100. Новый ингибированный мазутно-битумный состав *МЭБ-3* содержит 31% уайт-спирита, а также битум, мазут и присадку Эмульгин. Покрытие на стальной пластине высыхало под открытым небом в течение 2-х месяцев, сохранив эластичность. Толщина покрытия после периода высыхания, измеренная на вертикальной пластине, составила в верхней части пластины 58 мкм, в нижней – 97 мкм.

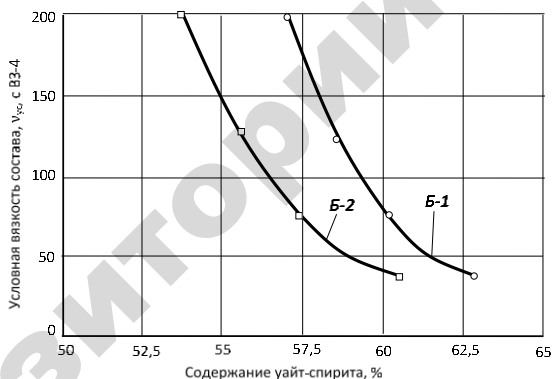


Рис. 2. Влияние содержания уайт-спирита на условную вязкость  $v_{yc}$  битумных составов *Б-1* и *Б-2*

Длительность процесса приготовления битумных составов зависит от затрат времени на плавление и растворение кусков битума в уайт-спирите. Экспериментально исследовано влияние массы кусков битума на их растворение в уайт-спирите при температуре 98 °С. В уайт-спирите, нагреваемом на водяной бане, растворяли куски битума различной массы с периодическим перемешиванием в

течение 1 мин через каждые 9 мин опыта, результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры растворения битума в уайт-спирите

Показатель	Значение показателя		
Масса куска битума, г	90-95	35-40	15-20
Размеры куска битума в форме куба, см	4,6	3,4	2,7
Масса уайт-спирита в расчете на 1 кусок битума, г	180-190	70-80	30-40
Температура уайт-спирита, °С	98	98	98
Длительность растворения в уайт-спирите, мин	92	65	50

Уменьшение массы кусков битума с 90-95 г до 20-35 г (в 2,7-4,5 раза) привело к снижению длительности растворения битума в нагретом уайт-спирите с 92 до 50-65 мин (в 1,4-1,8 раза) и, соответственно, повышению производительности процесса приготовления битумного состава в 1,5 раза. Таким образом, для реализации технологии приготовления мазутно-битумных составов необходим комплект оборудования, посредством которого выполняются работы по измельчению (резке) твердопластичных компонентов (битум, Эмульгин) на куски массой до 40 г, а также по их нагреву и смешиванию с уайт-спиритом и мазутом при температуре не ниже 98 °С. Партии пластин из стали Ст3, покрытые ингибированными битумными составами *Б-1*, *Б-2* и *МЭБ-3*, были испытаны на атмосферостойкость в условиях Центрального Черноземного района России (Тамбовская область, с. Покрово-Пригородное, начало испытаний - апрель) и Республики Ирак (г. Багдад, начало испытаний - май). Наносимые составы содержали технологически минимальную концентрацию уайт-спирита. По результатам 9-ти месячных коррозионных испытаний в России, покрытие из ингибированного мазутно-битумного состава *МЭБ-3* обеспечивало 100% степень защиты стальных пластин от коррозии. За счет высыхания и деструкции битумного покрытия под действием солнечной радиации его толщина снизилась с 58 до 22 мкм в верхней части пластин и с 97 до 56 мкм – в нижней части. Толщина покрытий из состава *Б-1* снизилась до 2 мкм сверху пластин и до 6 мкм внизу, а из состава *Б-2* – до 4 мкм сверху и до 17 мкм внизу. Коррозионные очаги наблюдались вдоль верхних ребер пластин. Степень защиты от коррозии стали Ст3 покрытиями из ингибированных битумных составов после 9 месяцев была достаточно высока (99%) в сравнении с покрытиями из традиционного бензино-битумного состава (97%). Результаты исследования покрытий в условиях средней полосы России свидетельствовали о повышении

атмосферостойкости битумных составов при введении в них сланцевой мастики МСУ или мазута М-100, а также при ограничении содержания растворителя.

На атмосферостойкость покрытий из битумных составов в условиях Республики Ирак определяющее влияние оказывала высокая солнечная радиация и температура. Например, с мая по сентябрь в республике не было осадков, поэтому коррозионные разрушения отсутствовали не только на защищенных, но и на контрольных (без покрытия) пластинах из СтЗ. В летний период в условиях Багдада уровень коррозионных потерь металла на контрольных пластинах составил, в среднем  $0,8 \text{ г/м}^2$  в 1 мес. За этот же период наблюдений в условиях Тамбовской области коррозионные потери металла на контрольных пластинах составили, в среднем  $8,3 \text{ г/м}^2$  в 1 мес., то есть были в 10 раз выше, чем в Багдаде. Летом в Багдаде под действием высокой температуры ( $35\text{--}40 \text{ }^\circ\text{C}$ ) и солнечной радиации происходила деградация битумных покрытий: они растрескивались, становились хрупкими и выкрашивались в верхней части, обнажая металл. В наступивший с конца октября сезон дождей полуразрушенные покрытия плохо защищали металл – степень защиты ими составила менее 60%.

### **Заключение**

Уровень защиты стальных деталей в агрессивных растворах повышается при увеличении содержания битума в ингибированном битумном составе. Атмосферостойкость ингибированных битумных покрытий повышается при введении сланцевой мастики или мазута. Исходя из анализа результатов исследований обоснованы для условий Ирака пути повышения эффективности консервации металлических поверхностей сельхозмашин ингибированными битумными составами: после весенних полевых работ (конец мая - июнь) рекомендована очистка поверхностей машин от почво-растительных остатков, мойка, естественная сушка и нанесение разбавленного раствора ингибированного битумного состава *Б-2* или *МЭБ-3*. Перед началом сезона дождей (в октябре) в обязательном порядке на рабочие органы следует нанести новое ингибированное битумное покрытие из состава *Б-2* или *МЭБ-3* с минимальным содержанием растворителя; после осенних полевых работ (ноябрь – середина декабря) рекомендована очистка поверхностей машин от почво-растительных остатков, мойка и обдувка сжатым воздухом. Затем необходимо нанести на них ингибированное битумное покрытие из составов *Б-2* или *МЭБ-3* с минимальным содержанием

ем растворителя. Предлагаемая технология консервации рабочих органов сельскохозяйственной техники позволит рационально использовать в условиях России и Республики Ирак доступные битумные составы и обеспечить ими эффективный уровень противокоррозионной защиты машин на период хранения.

#### **Список использованной литературы**

1. Севернев, М.М. Хранение сельскохозяйственной техники / М.М. Севернев, М.В. Латушкин, Н.Н. Подлекарев. - Минск: Ураджай. - 1980. - 151 с.
2. Стеклов, О.И. Основы сварочного производства / О.И. Стеклов. - М.: Высшая школа. - 1981. - 160 с.
3. Петрашев, А.И. Научно-технические основы механизации процессов консервации аграрной техники / А.И. Петрашев, С.Н. Сазонов, В.В. Клепиков // Вестник МичГАУ. - 2014. - № 4. - С. 61-67.
4. Князева Л.Г. Ингибирование коррозии отработавшими моторными маслами / Л.Г. Князева, В.И. Вигдорович, В.Д. Прохоренков // Коррозия: материалы, защита. - 2010. - № 10. - С. 25-30.
5. Петрашев, А.И. Смачивающие и защитные свойства консервационных материалов / А.И. Петрашев // Практика противокоррозионной защиты. - 2003. - № 1. - С. 16-19.

**УДК 631.811:633.112.9**

**Дайнеко Т.М., к.с.-х.н., доцент**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

### **ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ**

#### **Введение**

Одним из путей ресурсосбережения при выращивании озимых зерновых культур является применение регуляторов роста [1,3], позволяющих увеличить урожайность за счет снижения влияния на растения неблагоприятных факторов окружающей среды, повышения устойчивости культур к болезням и др.[2].

#### **Основная часть**

Целью работы являлось изучение влияния регуляторов роста на урожайность озимого тритикале в зависимости от уровня минерального