

Л. Г. Сапун, В. Н. Дашков, А. В. Захаров, И. О. Захарова

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: tractor_av@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ЭМАЛИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ

Аннотация. В статье с помощью экспертного метода оценки по показателям экономичности, долговечности и технологичности разработана оценочная классификация в баллах изделий животноводческих ферм, позволившая определить номенклатуру изделий для эмалирования.

Ключевые слова: коррозия, агрессивность микроклимата, стеклоэмалевые покрытия, остаточные напряжения, показатель долговечности, технологические системы.

L. G. Sapun, V. N. Dashkov, A. V. Zakharov, I. O. Zakharova

EE "Belarusian State Agrarian Technical University"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: tractor_av@mail.ru

JUSTIFICATION OF NOMENCLATURE OF PRODUCTS FOR ENAMELING OF EQUIPMENT USED ON LIVESTOCK FARMS

Abstract. In the article, with the help of an expert assessment method on the indicators of economy, durability and manufacturability, an assessment classification was developed in the points of products of livestock farms, which made it possible to determine the range of products for enameling.

Keywords: corrosion, aggressiveness of microclimate, glass-enamel coatings, residual stresses, durability index, technological systems.

Введение

Количество животноводческих ферм и комплексов по республике превышает 5 тыс., а количество единиц применяемого на них оборудования – более 100 тыс. [1, 2].

Основной проблемой, возникающей в процессе эксплуатации оборудования, является малый ресурс монтируемых в нем металлоизделий. Это обусловлено коррозионной активностью микроклимата помещений из-за высокой влажности и наличия агрессивных газовых примесей.

Так, срок службы цинковых покрытий в микроклимате животноводческих помещений составляет 5...6 лет. Толщина защитного слоя в этом случае должна быть не ниже 50...60 мкм [3].

Одним из эффективных средств защиты металлов от коррозии являются стеклоэмалевые покрытия, отличающиеся долговечностью, механической прочностью, а также гигиеническими свойствами.

По расчетам себестоимость эмалированных труб систем горячего водоснабжения в промышленном строительстве на 10...15% ниже оцинкованных, а стойкость, как показали испытания, в 5...6 раз выше [4].

Основная часть

При выборе и обосновании номенклатуры изделия был применен экспертный метод оценки. Учитывались показатели экономичности, долговечности и технологичности.

Экономический показатель устанавливает эффективность использования эмалевых покрытий по сравнению с другими способами защиты.

Показатель долговечности устанавливает зависимость срока службы эмалевых покрытий от условий эксплуатации. Он включает следующие требования: не подвергать изделия с эмалевыми покрытиями растяжению, воздействию ударных нагрузок, термическому воздействию открытым пламенем. При соблюдении этих требований эмалевые покрытия превосходят по защитным свойствам другие покрытия, которые применяются в настоящее время для защиты от коррозии металлоизделий, эксплуатирующихся в животноводческих помещениях.

При анализе показателя технологичности, т.е. пригодности изделий к нанесению на их поверхность эмалевых покрытий, необходимо учитывать ряд особенностей: изделия должны быть простой конфигурации, не иметь глухих полостей и отверстий. Эмалевые покрытия при обжиге (870...880 °С) прогорают на острых кромках. Кроме того, на сопряженных поверхностях, выполненных под углом, концентрируются внутренние напряжения в металле и эмалевом покрытии, что может приводить к разрушению защитного слоя (толщина покрытия 150...200 мкм). Поэтому все переходы на поверхности изделий должны быть плавными или закругленными (R не менее 12–15 мм). Для предотвращения недожогов сопряженные части изделий не должны отличаться друг от друга по толщине более чем в 2,5–3 раза.

Исходя из условий технологичности, были выделены показатели, учитывающие следующие факторы:

- габаритные размеры и геометрическую форму изделий;
- наличие глухих полостей и острых кромок;
- радиус сопряжений и наличие разнотолщинных деталей.

Для оценки показателей технологичности разработана оценочная классификация в баллах (табл. 1, 2, 3).

Таблица 1. Критерии, учитывающие габаритные размеры и геометрическую форму

Критерий, учитывающий габаритные размеры	Балл	Критерий, учитывающий геометрическую форму	Балл
Изделия с габаритами до 1000×800×500 мм	5	Изделия без изгибов, переходов, ответвлений	5
Изделия с габаритами до 1600×800×500 мм	4	Изделия, имеющие один изгиб, переход или ответвление	4
Изделия с габаритами до 2000×800×500	3	Изделия, имеющие 2 или более изгиба или перехода	3
Изделия с габаритами до 2500×1000×1000	2	Изделия, имеющие запорную арматуру	2
Изделия с габаритами более 2500×1000×1000	1	Изделия, имеющие переходы в сочетании с запорной арматурой	1

Таблица 2. Критерии, учитывающие в изделиях наличие глухих полостей и острых кромок

Критерий, учитывающий в изделиях наличие глухих полостей	Балл	Критерий, учитывающий наличие острых кромок	Балл
Изделия, не имеющие глухих полостей	5	Изделия не имеющие острых кромок	5
Изделия с неглубокой ребристостью	4	Изделия с радиусом закругления кромок более 0,5 мм	4
Изделия, изготовленные из спаренных уголков и швеллеров	3	Изделия с труднодоступными местами для зачистки сварных швов	3
Изделия с неглубокими глухими полостями	2	Изделия с радиусом закругления острых кромок менее 0,5 мм	2
Изделия имеющие глубокие карманы и пазухи	1	Изделия изготовленные из листового металла толщиной I и менее мм	1

Таблица 3. Критерии, учитывающие в изделиях радиус сопряжений и наличие разнотолщинных деталей

Критерий, учитывающий наличие сопряженных частей	Балл	Критерий, учитывающий в изделиях наличие разнотолщинных деталей	Балл
Изделия не имеющие сопряжений	5	Изделия изготовленные из одинакового по толщине проката	5
Изделия, имеющие сопряжения с радиусом закругления 10 и более мм	4	Изделия с сопряженными деталями, отличающимися по толщине в 1,5 раза	4

Критерий, учитывающий наличие сопряженных частей	Балл	Критерий, учитывающий в изделиях наличие разнотолщинных деталей	Балл
Изделия, имеющие сопряжения с радиусом закругления 7-9 мм	3	Изделия с сопряженными деталями, отличающимися по толщине в 2 раза	3
Изделия с радиусом закругления 5-6 мм	2	Изделия с сопряженными деталями, отличающимися по толщине в 3 раза	2
Изделия, имеющие сопряжения с радиусом закругления менее 5 мм	1	Изделия с сопряженными деталями, отличающимися по толщине более, чем в 3 раза	1

Таким образом, оценка производится по следующей методике. Вначале определяют комплексный показатель по эталонному изделию:

$$Q_{\Sigma} = \sum m_i \cdot Sp_{\Sigma i} = m_1 \cdot Sp_{\Sigma 1} + m_2 \cdot Sp_{\Sigma 2} + \dots + m_6 \cdot Sp_{\Sigma 6}, \quad (1)$$

где m_i – коэффициент весомости i -го показателя, значения которого приведены в табл. 4; $Sp_{\Sigma i}$ – оценка i -го показателя в баллах.

Для эталонного изделия $Sp_{\Sigma i} = 5$.

Таблица 4. Значение коэффициентов весомости

Единичные показатели, учитывающие	Коэффициент весомости
1. Габаритные размеры	1,00
2. Геометрические формы	0,35
3. Наличие в изделиях глухих полостей	0,50
4. Наличие в изделиях острых кромок	0,25
5. Наличие в изделиях сопряженных частей	0,20

Затем производится укрупненная группировка по назначению технологических систем оборудования животноводческих ферм (табл. 5).

Таблица 5. Укрупненная группировка по назначению технологических систем

Группы	Технологические системы
I	Изделия систем водоснабжения
II	Изделия систем микроклимата
III	Изделия стойловых ограждений
IV	Изделия нестандартного оборудования
V	Изделия для монтажа низковольтной аппаратуры

Далее находим значение комплексного показателя по базовому изделию.

$$Q_{\Sigma} = \sum m_i \cdot Sp_{\Sigma i}, \quad (2)$$

где $Sp_{\Sigma i}$ – берется из табл. 6, которая разработана исходя из средних характеристик изделий, относящихся к данной группе. Значение комплексного показателя Q_{Σ} для данной группы постоянно.

Следует определить значение комплексного показателя для детали

$$Q_{\partial} = \sum m_i \cdot Sp_{\partial i}, \quad (3)$$

где $Sp_{\partial i}$ – определяется по характеристике детали.

Критериями оценки служит обобщенный показатель, который для группы технологических систем определяется из выражения

$$P_0 = Q_{\Sigma} - Q_{\partial}, \quad (4)$$

Таблица 6. Укрупненная оценка пригодности технологических систем к эмалированию, в баллах

Технологические системы	Критерии, учитывающие						Комплексный обобщенный показатель (P_d)
	габаритные размеры изделий	геометрические формы изделий	в изделиях глухие полости	в изделиях наличие острых кромок	в изделиях наличие сопряженных частей	в изделиях наличие разнотолщинных частей	
Изделия систем водоснабжения	3	2	5	5	2	3	9,80
Изделия систем микроклимата	2	2	4	4	3	3	8,05
Изделия стойловых ограждений	1	2	4	3	3	5	6,95
Изделия нестандартного оборудования	3	3	4	4	2	4	9,35
Изделия для монтажа низковольтной аппаратуры	3	3	3	4	3	4	9,10

Обобщенный показатель детали равен:

$$P_d = Q_{\Sigma} - Q_{di} \quad (5)$$

Критериями оценки пригодности деталей для эмалирования служит выражение:

$$P_d < P_0 \quad (6)$$

С учетом изложенного обоснована номенклатура изделий животноводческих ферм, подлежащих эмалированию (табл. 7).

Таблица 7. Номенклатура изделий животноводческих ферм, подлежащих эмалированию

Укрупненные группы	Наименование изделий	Обобщенный показатель (P_d)
Изделия трубопроводов и систем водоснабжения ($P_0 = 4,20$)	Трубы для водоснабжения	3,25
	Автопоилки для КРС	2,35
	Автопоилки для свиней	2,35
	Автопоилки желобковые для птиц	3,95
	Соединители к автопоилкам	4,10
	Уровневые коробки желобковых автопоилок	2,30
Изделия систем микроклимата ($P_0 = 5,95$)	Кожух вентилятора	4,90
	Лопасты вентилятора	4,35
	Воздуховоды	5,50
	Соединительные патрубки	4,95
Изделия стойловых ограждений ($P_0 = 7,05$)	Стойки	6,95
	Соединители	5,70
	Опоры	4,40
	Кронштейны	4,40
Изделия нестандартного оборудования ($P_0 = 4,65$)	Испарители молокоохладительных установок	4,10
	Корыта односторонние	4,10
	Пояса клеточных батарей птицеферм	3,60
Изделия для монтажа низковольтной аппаратуры ($P_0 = 4,9$)	Шкафы управления	4,35
	Кабельные стойки	4,50
	Полки кабельных стоек	3,00
	Лотки кабельные	2,60
	Отражатели светильников	3,35

Заключение

Разработанные показатели экономичности, долговечности и технологичности позволили предъявить к оборудованию животноводческих ферм ряд требований, которые необходимо учитывать при выборе номенклатуры изделий для эмалирования.

По разработанной оценочной классификации в баллах изделий оборудования животноводческих ферм, установлены укрупненные группы наиболее пригодных для эмалирования: трубопроводы и системы водоснабжения, системы микроклимата, стойловые ограждения, нестандартное оборудование, узлы низковольтной электроаппаратуры.

Эмалевые покрытия можно использовать также для защиты желобковых поилок для птицы, испарителей молокоохладительных установок и других монтируемых в животноводческих помещениях металлоизделий.

Список использованных источников

1. К вопросу защиты от коррозии оборудования животноводческих ферм на основе стекломалевых покрытий / Л. Г. Сапун [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. темат. сб. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по механизации сел. хоз-ва. – Минск, 2020. – Вып. 54. – С. 59–64.
2. Производство молока : уч.-мет. пособие / Н. В. Казаровец [и др.] ; Минсельхозпрод РБ, УО БГАТУ ; под общ. ред. Н. В. Казаровца. – Минск : БГАТУ, 2011. – 168 с.
3. Петцольд, А. Эмаль и эмалирование : справочник / А. Петцольд, Г. Пешманн. – М. : Металлургия, 1990. – 572 с.
4. Гладуш, В. М. Эмалирование труб для систем горячего водоснабжения / В. М. Гладуш, К. Б. Тверовская // Водоснабжение и санитарная техника. – 1982. – №8. – С. 3–8.

УДК 631.171:621.865.8

Поступила в редакцию 27.09.2022

Received 27.09.2022

А. С. Воробей

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь
E-mail: labpotato@mail.ru*

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ – ЗАЛОГ БУДУЩЕГО ДЛЯ АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Аннотация. В статье проведен обзор и анализ существующих программных комплексов, роботизированных платформ и машин на основе искусственного интеллекта. Представлен перечень машин, разработанных РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» в рамках VI технологического уклада.

Ключевые слова: искусственный интеллект, роботизированная платформа, мониторинг, техническое зрение, беспилотные летательные аппараты, программные комплексы.

A. S. Verabei

*RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”
Minsk, Republic of Belarus
E-mail: labpotato@mail.ru*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IS THE KEY TO THE FUTURE FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Abstract. The article provides a review and analysis of existing software systems, robotic platforms and machines based on artificial intelligence. A list of machines developed by RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization” within the framework of the VI technological order is presented.

Keywords: artificial intelligence, robotic platform, monitoring, technical vision, unmanned aerial vehicles, programs complexes.

Введение

Аргумент в пользу массового внедрения ИИ-технологий в сельском хозяйстве часто формулируется так: население земли к 2050 году достигнет 10 млрд человек, радикально увеличить обрабатываемые площади невозможно, необходимо повысить интенсивность их использования.