

чить, что жидкое стекло, полученное из кремнегеля, может применяться при производстве фанеры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Зверева, Ю.В. Применение кремнегеля в качестве наполнителя формальдегидных смол. / Ю.В. Зверева, А.В. Свиридов, О.П. Акаев // Техника и технология защиты окружающей среды: материалы докладов Международной научно-технической конференции, 5-7 декабря, 2006 г., г. Минск. - Мн.: БГТУ, 2006. С. 265-266.

2 Гамова, И.А. «Дерсин» - древесностружечная плита без формальдегида // Деревообрабатывающая промышленность. - 1996. - № 5. - С. 19.

3 Леонович, А.А. Использование золя кремнезема в качестве адгезива в производстве низкотоксичных древесностружечных плит / А.А. Леонович, Л.П. Коврижных // Деревообрабатывающая промышленность. - 1997. - №4. - С. 13-14.

УДК 260.197

В.В. Кузьмич<sup>1</sup>, проф., д-р техн. наук,  
И.А. Левицкий<sup>2</sup>, проф., д-р техн. наук,  
В.Г. Маркевич<sup>1</sup>, И.В. Стефанюк<sup>1</sup>, канд. техн. наук, В.Г. Шкадрцова<sup>3</sup>  
(НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства<sup>1</sup>,  
БГТУ<sup>2</sup>, ИОНХ НАН Беларуси<sup>3</sup>, Минск)

### РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ СТЕКЛОЭМАЛЕВЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Эксплуатационный ресурс оборудования животноводческих ферм значительно меньше амортизационного срока и не превышает 4-5 лет, так как при изготовлении оборудования используются недостаточно надежные антикоррозионные покрытия, что в условиях повышенной агрессивности и влажности, приводит к преждевременному износу и замене оборудования. После трехмесячной эксплуатации на 40% поверхности технологического оборудования лакокрасочные покрытия полностью разрушаются и требуют восстановления; трубы холодного водоснабжения на фермах КРС спустя год повреждены сплошной коррозией на 90% внешней поверхности с толщиной слоя 0,5 мм, а на оставшихся участках лакокрасочных покрытий нарушена адгезионная связь с металлической подложкой. Согласно отечественным и зарубежным источникам [1, 2] наибольшему коррозионному

разрушению подвергаются стойловые ограждения, кормушки и поилки для животных, системы водоснабжения.

Многих последствий коррозии можно избежать, если применять пластмассовые, эпоксидные, лакокрасочные, цинковые, алюминиевые и стеклоэмалевые покрытия.

Результаты исследований [3], показали, что основным недостатком органических покрытий – полимерных, полиэтиленовых, эпоксидных, лаковых и других композиций, является их водопроницаемость и деструкция, приводящие к ухудшению первоначальных технико-эксплуатационных свойств. Основные физико-химические свойства наиболее распространенных покрытий, приведенных в таблице 1, позволяют провести подбор антикоррозионного покрытия в зависимости от условий эксплуатации.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики основных видов антикоррозионных покрытий

Характеристика	Вид покрытия			
	цинкнаполненное	полиэтиленовое	аломокарамическое	силикатноэмалевое
Прочность сцепления, МПа	10	7	35	3–75
Пористость, % не более	0,1	0,01	0,5	беспористое
Прочность при ударе, Дж	10	5	35	не менее 3
Микротвердость, МПа	85	35	50	4700–6000
Температура эксплуатации, °С	от –50 до +50	от –40 до +60	до 600	от –50 до +400
Прочность при растяжении, МПа	–	12–30 (5–6 при $t=70^{\circ}\text{C}$ )	10	50–120
Прочность при сжатии, МПа	14	15–40	80	800–1500
КЛТР, $\alpha \cdot 10^{-7}, \text{K}^{-1}$	50–57	40–180	53–60	85–105
Толщина покрытия, мкм	80–200	35–120	800–1500	150–300
Расход материалов, $\text{кг}/\text{м}^2$	0,32–0,9	0,1–0,2	1,5–2,8	0,25–0,5
Срок службы, лет	6	5	20	30

Как видно из таблицы 1, стеклоэмалевые покрытия характеризуются отсутствием пор и водопоглощения, гладкостью, устойчивостью к царапанию и истиранию, стойкостью к старению и действию агрессивных сред, негорючестью. Эмаль оказывается хуже металличе-

ских и высокополимерных покрытий по таким параметрам как прочность при растяжении и кручении. Однако, при соблюдении определенных правил эксплуатации и снижении толщины покрытия с 0,6-0,8 мм до 0,25 мм механические свойства покрытий значительно повышаются.

В таблице 2 приведены сравнительные данные по затратам на различные способы защиты стальных изделий от коррозии, из которых видно, что наиболее дешевыми и долговечными являются алюминиевые и стеклоэмалевые покрытия. Однако они не взаимозаменяемы. Имеется много сред (кислоты, щелочи), в которых алюминиевые покрытия нестойки.

**Таблица 2 – Сравнительная стоимость защиты стальных изделий от коррозии**

Показатели	Полимерные покрытия	Цинкнаполненные покрытия	Алюмокремниевые покрытия	Стеклоэмалевые покрытия
Первоначальные затраты на защиту, долларов США/м <sup>2</sup>	4-15	4-6	4-5	4-5
Срок эксплуатации до первого ремонта	4-5	5-6	20	30
Количество ремонтов за 20 лет	3-4	3-4	—	—

По данным ВНИИ строительства магистральных трубопроводов за 20 лет эксплуатации при применении синтетических покрытий превышают таковые при использовании стеклоэмалевых и алюминиевых покрытий в 3-4 раза. При этом надо учитывать, что сырьем для органических покрытий являются продукты переработки нефти, а для стеклоэмалевых покрытий – более дешевое минеральное сырье.

В условиях крупногабаритного производства, каким является эмалирование ограждений для крупного рогатого скота, доильных установок, свиноклеток, стальных труб для системы горячего и холодного водоснабжения и т.п., большое значение приобретают экономические показатели: стоимость и дефицитность сырьевых материалов, степень сложности технологии.

В результате выполнения задания программы «Ресурсосбережение-2005» разработана технология переработки отходов производства листового стекла ОАО «Гомельстекло» и отсеков камнедробления гранитоидных пород Микашевичского месторождения строительного камня для синтеза щелочустойчивых безгрунтовых стеклоэмалевых покрытий для деталей оборудования животноводческих ферм. В результате проведенных исследований синтезированы покрытия, в со-

стве которых содержится до 45 мас.% стеклобоя и 15мас.% отсевов щебня на основе гранитоидных пород, что позволяет экономить 35–40% импортозамещающих химических продуктов. Применение ком-плексных сырьевых материалов в качестве ингредиентов шихты по-зволило по сравнению с отечественными аналогами (эмаль А-20) [4] снизить температуру варки эмали на 70°С, продолжительность варки на 0,8 часа, расход газа на 0,15 м<sup>3</sup>/кг, увеличить производительность печи на 16,7 кг/ч, снизить себестоимость 1 т фритты на 300 у.е. Полученные на основе разработанной фритты покрытия ошлавляются при температу-ре 860°С, отличаются повышенной стойкостью в 1н растворе гидроксида натрия (скорость коррозии 0,015 мм/год), удовлетворительной сплошно-стью при толщине покрытия 0,3 мм, прочностью при ударе 1,6 Дж. Норма расхода эмали на 1 м<sup>2</sup> поверхности снижена с 0,45 до 0,25 кг, а плановая себестоимость эмалирования поверхности – до 1,8 долларов США за счет освоения технологии однослойного покрытия.

Санитарно-химические и токсиколого-гигиенические испытания разработанной эмали показали ее соответствие СанПиН 13-3 РБ-01 «Предельно допустимые количества химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами» и пригодность для контакта с пищевыми средами. Разра-ботаны и утверждены ТУ ВУ 100029049.041-2005.

Таким образом, в результате проведенной работы снижены энерго- и трудозатраты на всех этапах технологического процесса эмалирования, проведена замена около 40% импортозамещающих хи-мических материалов, сокращено число операций обжига.

Использование разработанных эмалей для защиты от коррозии элементов оборудования животноводческих ферм позволит увеличить срок их службы с 6 до 20 лет, при этом удельные годовые затраты на антикоррозионную защиту оборудования значительно снизятся.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Дашков, В.Н. Защита животноводческого оборудования от коррозии / В.Н. Дашков, Н.К. Макеев, И.И. Хилько. – Минск: Урад-жай, 1978. – 78 с.

2 Nolepa W. Ceramiczna powłoka ochronna na układy wydychowe silników spalinowych / W. Nolepa, S. Hórník, A. Ostrowski. / Skło i cezarn. – 1985. – К. 36. – № 1. – S. 22–24.

3 Казак, К.В. Силикатно-эмалевые покрытия труб / К.В. Казак, А.К. Казак, В.В. Диденко // Энергетика региона. – 2004. – № 2(67). – С. 31–33.