

6. Korotkii, I.A. Issledovanie vliianiia rezhimov zamorazhivaniia i nizkotemperaturnogo khraneniia na kachestvennye pokazateli iagod chernoi smorodiny / I.A. Korotkii // Vestnik KrasGAU. – 2008. – No. 2. – S. 291-294.

7. Kolodiaznaia, V.S. Istoriia i perspektivy razvitiia kholodilnoi tekhnologii pishchevykh produktov / V.S. Kolodiaznaia, O.N. Rumiantseva, E.I. Kiprushkina // Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda. – 2023. – No. 1. – S. 47-54. – DOI 10.17586/1606-4313-2023-22-1-47-54.

8. Venger, K.P. Eksperimentalnye issledovaniia protsessa fluidizatsii pri zamorazhivanii rastitelnoi produktsii v nizkotemperaturnom vozdushnom potoke / K.P. Venger, V.E. Tsibulskikh // Vestnik nauki. – 2020. – T. 5, No. 5 (26). – S. 213-219.

9. Ostroumov, L.A. Issledovanie protsessov zamorazhivaniia plodov i iagod / L.A. Ostroumov, O.N. Buianov, I.A. Korotkii // Tekhnika i tekhnologiia pishchevykh proizvodstv. – 2009. – No. 1 (12). – S. 32-36.

10. Korotkiy, I. A. Analysis of the energy efficiency of the fast freezing of blackcurrant berries / I. A. Korotkiy // Foods and Raw Materials. – 2014. – Vol. 2, No. 2. – P. 3-14. – DOI 10.12737/5454.

11. Opredelenie rezhimov zamorazhivaniia pishchevykh produktov / N.S. Nikolaev, V.N. Kornienko, P.I. Pliasheshnik, A.G. Donetskikh

// Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii. – 2020. – T. 82, No. 2(84). – S. 17-24. – DOI 10.20914/2310-1202-2020-2-17-24.

12. Korotkii, I.A. Opredelenie teplofizicheskikh svoystv komponentov plodoovoshchnoi smesi v protsesse zamorazhivaniia / I.A. Korotkii, G.F. Sakhabutdinova, M.I. Ibragimov // Tekhnika i tekhnologiia pishchevykh proizvodstv. – 2016. – No. 1 (40). – S. 81-86.

13. Metodika opredeleniia krioskopicheskoi temperatury dlia razlichnykh plodov i iagod / I.A. Korotkii, E.N. Neverov, E.V. Korotkaia, O.Iu. Lapshakova // Izvestiia Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie. – 2022. – No. 2 (66). – S. 202-208. – DOI 10.32786/2071-9485-2022-02-26.

14. Gribov, D.I. Tekhnologicheskii raschet innovatsionnogo fluidizatsionnogo skoromoroziinogo apparata dlia plodoovoshchnoi produktsii / D.I. Gribov // Kholodilnaia tekhnika. – 2020. – No. 5. – S. 30-33.

15. Korotkii, I.A. Energeticheskaiia effektivnost nizkotemperaturnykh sistem / I.A. Korotkii, A.N. Rasshchepkin // Molochnaia promyshlennost. – 2023. – No. 2. – S. 54-57. – DOI 10.31515/1019-8946-2023-02-54-57.



УДК 631.3:667.699.887

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-240-10-100-106

**М.Х. Искандаров, Д.В. Ромашев,
А.В. Пчельников, А.П. Илясов**
M.Kh. Iskandarov, D.V. Romashev,
A.V. Pchelnikov, A.P. Ilyasov

ОГНЕСТОЙКИЕ И АНТИСТАТИЧЕСКИЕ ЛАКОКРАСОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ АПК

FIRE-RESISTANT AND ANTISTATIC PAINT COATINGS FOR MACHINERY AND EQUIPMENT OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Ключевые слова: лакокрасочное покрытие, техника и оборудование, агропромышленный комплекс, огнестойкость, диэлектрические свойства, гидроксид алюминия, гидроксид магния, наноразмерные частицы, модификация.

Эксплуатация машин и оборудования в АПК отличается специфическими особенностями, одной из которых является повышенная пожароопасность, при которой работает мобильная техника в АПК. Пожароопас-

ность объектов АПК может быть значительно снижена применением их надежного заземления, а также специальных огнезащитных и антистатических лакокрасочных покрытий. Рассматриваются вопросы использования порошков наноразмерных материалов ($Al(OH)_3$ и $Mg(OH)_2$, с размером частиц 30-50 нм) в качестве добавок, которые при введении в лакокрасочные материалы дают возможность изменить их физико-химические свойства: огнестойкость (способность к возгоранию и распространению пламени) и антистати-

ческие характеристики (относительная диэлектрическая проницаемость ϵ и тангенс угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg}\delta$). Исследованиями установлено, что, применяя указанные добавки в двухкомпонентную акриловую автоэмаль АК-1301, удается повысить стойкость к коррозии, огнестойкость, антистатические характеристики. Исследования, проведенные на научно-лабораторной базе Новосибирского ГАУ, показывают, что использование добавок $\operatorname{Mg}(\operatorname{OH})_2$ оказывается предпочтительнее, чем $\operatorname{Al}(\operatorname{OH})_3$, т.к. при введении его в исследуемые покрытия в концентрации 10-15% мас. % повышение огнестойкости (увеличение температуры воспламенения с 128 до 168°C и времени сопротивления воспламенению с 15 до 28 с) происходит с сохранением исходной величины адгезии покрытия – 1 балл. В качестве добавки, повышающей антистатические свойства лакокрасочных покрытий на основе акриловой эмали АК-1301, могут быть рекомендованы углеродные нанотрубки, при введении которых в исследуемые покрытия в концентрации 0,05-0,25 мас. % происходит увеличение показателя добротности (до 127 ед.) и уменьшение тангенса угла диэлектрических потерь (до 0,008). Проведенные исследования показывают, что сочетание огнестойкости и устойчивости к статическому электричеству наномодифицированных лакокрасочных покрытий может стать одним из новых методов повышения безопасности, эксплуатационных качеств машин и оборудования в агропромышленном комплексе.

Keywords: *paint coating, machinery and equipment, agro-industrial complex, fire resistance, dielectric properties, aluminum hydroxide, magnesium hydroxide, nanosized particles, modification.*

The operation of machinery and equipment in the agro-industrial complex is characterized by specific features,

and one of which is increased fire hazard in which the mobile equipment operates in the agro-industrial complex. Fire hazard of agro-industrial complex objects can be significantly reduced by using their reliable grounding as well as special fire-protective and antistatic paint coatings. This paper discusses the use of powders of nanosized materials: $\operatorname{Al}(\operatorname{OH})_3$ and $\operatorname{Mg}(\operatorname{OH})_2$ with particle size 30...50 nm as additives which being introduced into paint and varnish materials make it possible to change their physical and chemical properties: fire resistance (ability to ignition and flame propagation) and antistatic characteristics (relative dielectric permittivity and tangent of dielectric loss angle). It has been found that by applying the above additives in two-component acrylic auto enamel АК-1301 (in Russian) it is possible to increase corrosion resistance, fire resistance, and antistatic characteristics. The studies conducted at the Novosibirsk State Agricultural University show that the use of additives $\operatorname{Mg}(\operatorname{OH})_2$ is preferable to $\operatorname{Al}(\operatorname{OH})_3$ because when introducing it into the studied coatings in the concentration of 10...15 wt.%, the increase in fire resistance (increase in ignition temperature from 128°C to 168°C, and the time of resistance to ignition from 15 to 28 sec.) occurs with the preservation of the initial value of adhesion coating - 1 point. As an additive that increases the antistatic properties of paint coatings based on acrylic enamel АК-1301, carbon nanotubes may be proposed; with their introduction in the studied coatings in the concentration of 0.05...0.25 wt.% there is an increase of the merit index (up to 127 points) and a decrease in the tangent of the angle of dielectric loss (up to 0.008). The conducted research shows that the combination of fire resistance and resistance to static electricity of nanomodified paint and varnish coatings may become one of the new methods of increasing safety, operational qualities of machines and equipment in agro-industrial complex.

Искандаров Марат Хайруллоевич, аспирант, ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: alexmar2016@yandex.ru.

Ромашев Дмитрий Валерьевич, аспирант, ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: thevip777@gmail.com.

Пчельников Александр Владимирович, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: pchelaleksandr@mail.ru.

Илясов Александр Петрович, инженер, ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, г. Новосибирск, Российская Федерация, e-mail: aleksandrilyasov@yandex.ru.

Iskandarov Marat Khayrulloevich, post-graduate student, Novosibirsk State Agricultural University, Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: alexmar2016@yandex.ru.

Romashev Dmitriy Valerevich, post-graduate student, Novosibirsk State Agricultural University, Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: thevip777@gmail.com.

Pchelnikov Aleksandr Vladimirovich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Novosibirsk State Agricultural University, Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: pchelaleksandr@mail.ru.

Ilyasov Aleksandr Petrovich, Engineer, Novosibirsk State Agricultural University, Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: aleksandrilyasov@yandex.ru.

Введение

Условия эксплуатации машин и оборудования, применяемых в агропромышленном комплексе, отличаются специфическими особенностями. В определенных случаях для обеспечения безопасной эксплуатации этих технических объектов требуется уделять особое внимание

мероприятиям, обеспечивающих сохранность техники, а также здоровья и жизни людей [1, 2].

Одной из таких особенностей является повышенная пожароопасность, при которой работает мобильная техника в АПК [3, 4]. Материальный ущерб от пожаров в различных отраслях России в целом и в АПК в частности ежегодно

составляет около 6 млрд руб., при которых уничтожается более 7,5 тыс. ед. автотракторной техники [5]. К пожарам в АПК очень часто приводят: несоблюдение правил эксплуатации; неосторожное обращение с открытым огнем; неисправности машин и оборудования; накопление статического электричества на поверхности машин и оборудования (особенно в условиях низкой влажности и повышенного трения) [6]. Например, известно, что зерноуборочный комбайн, сушилки, дробилки и также другие машины для первичной переработки продукции растениеводства представляют повышенную опасность, не только вследствие электризации, но и из-за образования пожаро- и взрывообразного аэрозоля из воздуха и измельченных компонентов зерновки, возможности искрового пробоя и даже от перегрева их узлов трения.

Пожароопасность объектов АПК может быть значительно снижена применением их надежного заземления, а также специальных огнезащитных и антистатических лакокрасочных покрытий (ЛКП) [7]. Для придания ЛКП новых физико-химических свойств в них, помимо пигментов и иных наполнителей [8], могут быть введены различные антистатические добавки, в том числе наноразмерные, причем последние в минимальных количествах [9-12]. Использование наномодифицированных ЛКП потенциально снижает не только пожароопасность машин и оборудования, но и зачастую улучшает другие их технологические и эксплуатационные характеристики (укрывистость, пленкообразование, блеск, растекаемость, адгезию к основе и др.).

Цель работы – повышение безопасности техники и оборудования АПК, за счет изменения огнестойкости и антистатических свойств их ЛКП, при введении в них различных функциональных, наноразмерных добавок.

Экспериментальная часть

Для получения ЛКП использовали двухкомпонентную акриловую автоэмаль АК-1301 по ТУ 6-21-49404743-114-2000 торговой марки Vika (пр-во Росия), цвет белый (палитра RAL). Базовый состав эмали готовили, смешивая ее компоненты: эмаль (с пигментом); отвердитель; и универсальный разбавитель, в рекомендованных производителем соотношениях (по массе): 4:1:(1,5-1,6). В экспериментальные составы дополнительно добавляли различное количество исследуемых добавок (в % от общей массы),

предварительно вводя их в разбавитель и перемешивая с ним миксером, а затем диспергируя ультразвуком (лабораторный УЗ-диспергатор ES-8300D) до однородного состояния.

Образцы для испытаний готовили в соответствии со стандартом ISO 1514 [13] методом полива, число слоев – 2, время сушки слоя – 8 ч, полное время сушки – 24 ч, температура – 20-25°C. Адгезию ЛКП определяли по ГОСТ 32299-2013, методом царапания.

В качестве добавок для модификации эмали использовали наноразмерные порошки: гидроксид алюминия $Al(OH)_3$, размер частиц 30-50 нм (пр-во КНР); гидроксид магния $Mg(OH)_2$, размер частиц 30-50 нм (пр-во КНР); углеродные нанотрубки (УНТ), размер частиц (длина) 3-5 нм (пр-во Россия, опытная партия).

Огнестойкость ЛКП определяли по ГОСТ Р 57924-2017 на специальной установке на кафедре «Надежность и ремонт машин» Новосибирского ГАУ (патент RU 2817801) [14]. Антистатические свойства ЛКП оценивали по их диэлектрическим показателям [15]: относительная диэлектрическая проницаемость ϵ ; тангенс угла диэлектрических потерь $tg\delta$, расчетным путем по ГОСТ Р 8.623-2015, измеряя показатели добротности и электрическую емкость ЛКП по ГОСТ 18986.19-73 на измерителе добротности (Q-метре) Е 4-11.

Результаты и их обсуждение

Эмаль АК-1301 предназначена для окраски крупногабаритных деталей кузова транспортных средств, спец. машин и техники в заводских условиях и в ремонтной мастерской. Двухкомпонентные акриловые эмали имеют отличные укрывные способности и блеск, хорошую адгезию к металлу и грунтам, быстро сохнут при комнатной и повышенной (60-80°C) температурах, требуют минимального количества растворителей [7]. Эмаль АК-1301 имеет большую цветовую палитру, образует прочные, стойкие к воде и нефтепродуктам ЛКП, характеризуется хорошим соотношением цена/качество по сравнению с аналогичными импортными продуктами, что предопределяет ее использование для окраски сельскохозяйственных машин, техники и оборудования.

Известно, что огнестойкость ЛКП может быть повышена не только подбором пигментов, но и при введении в них различных веществ, способных к активному (органические антипирены, не-

органические карбонаты и гидрокарбонаты) или пассивному гашению пламени (неорганические силикаты, бораты, оксиды и гидроксиды и пр.), – антипиренов [8, 9]. Однако, многие антипирены при нагреве ЛКП еще задолго до температуры возгорания (иногда даже под воздействием нагрева от прямого солнечного света) начинают выделять газообразные или стеклообразные вещества, что часто вызывает ухудшение их внешнего вида.

В то же время в литературе имеются сведения о применении в качестве антипиренов в аналогичных ЛКП материалах гидроксидов алюминия и магния [10]. Отмечается, что при уменьшении размеров частиц этих гидроксидов менее 0,1 мкм доля этих добавок может быть

существенно уменьшена [11]. Поэтому в качестве добавок, повышающих огнестойкость, на основании предварительных исследований нами выбраны наноразмерные гидроксиды алюминия и магния как более дешевые и доступные [12].

При введении в исследуемые ЛКП добавок наноразмерных $Al(OH)_3$ и $Mg(OH)_2$ в концентрациях 5-20 мас. % наблюдается изменение показателей покрытия, связанных с их способностью к возгоранию и способностью противостоять распространению пламени – типовых показателей огнестойкости различных материалов [9] (рис. 1).

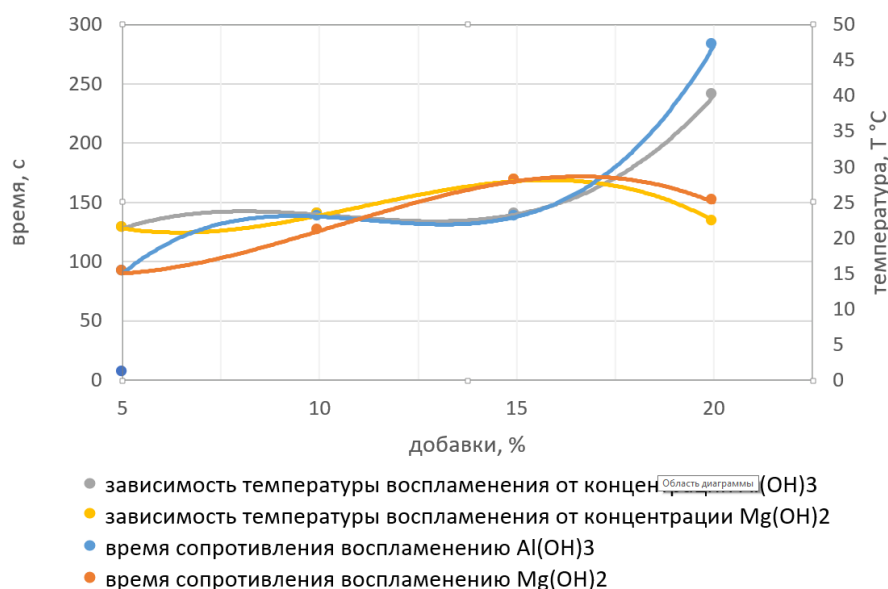


Рис. 1. Зависимость огнестойкости лакокрасочных покрытий на основе эмали АК-1301 от концентрации гидроксида алюминия и гидроксида магния

Как видно из рисунка 1, увеличение содержания гидроксида алюминия в ЛКП способствует повышению его точки воспламенения с 128 до 240°C, а также приводит к увеличению времени его сопротивления горению с 15 до 47 с. Однако ЛКП с $Al(OH)_3$ показали ухудшение адгезии к основе во всем диапазоне концентраций добавки (до 2-3 баллов).

При введении в ЛКП гидроксида магния до 10-15% мас. % было обнаружено, что температура воспламенения покрытия возрастает с 128 до 168°C, время его сопротивления воспламенению увеличивается с 15 до 28 с соответственно, зато его адгезия при этом не изменяется и сохраняется на уровне 1 балла. При увеличении

концентрации $Mg(OH)_2$ более 15 мас. % температура воспламенения покрытия и время его сопротивления воспламенению, наоборот, снижаются до 134,3°C и до 25 с соответственно, а адгезия ЛКП к основе при этом продолжает оставаться на прежнем уровне. Это можно объяснить тем, что при повышении содержания $Mg(OH)_2$ выше 10%, очевидно, происходит снижение интенсивности («разрыхление») межмолекулярных связей, чего не наблюдается в случае с $Al(OH)_3$. В результате, при нагревании покрытие подвергается большей вынужденной эластической деформации и будет хуже противостоять открытому огню, также это приведет к сокращению расстояния до места возгорания

ЛКП под действием гравитационных сил и к увеличению скорости горения.

Данные наших предыдущих исследований указывают, что для повышения долговечности при окрашивании образцов (машин) акриловой эмалью АК-1301 также предпочтительнее использовать добавку наноразмерного гидроксида магния, а не алюминия, при этом его концентрация не должна превышать 10 мас. % (для всех поверхностей, включая наклонные).

Антистатические характеристики ЛКП, в свою очередь, могут быть улучшены добавками различных проводящих компонентов: порошки металлов и сплавов; органические и неорганические электролиты; углеродные материалы (кокс, графит, сажа) и др. [7, 8]. В этом отношении проводящие углеродные наноматериалы, такие

как УНТ, также являются наиболее перспективными.

При введении в исследуемые ЛКП добавок УНТ в концентрациях 0,05-0,5 мас. % наблюдается изменение диэлектрических показателей покрытия, а именно $tg\delta$ (рис. 2). Это может быть связано с особыми физическими свойствами углеродных нанотрубок: анизотропией их размеров (длина может превышать диаметр в 10-100 раз!); их высокой механической прочностью; их электропроводностью, что в сочетании может способствовать улучшению прямых электрических связей (контактов) между частицами добавки, которые окружают частицы пигмента, и капли акрилата в затвердевающей эмульсии ЛКП.

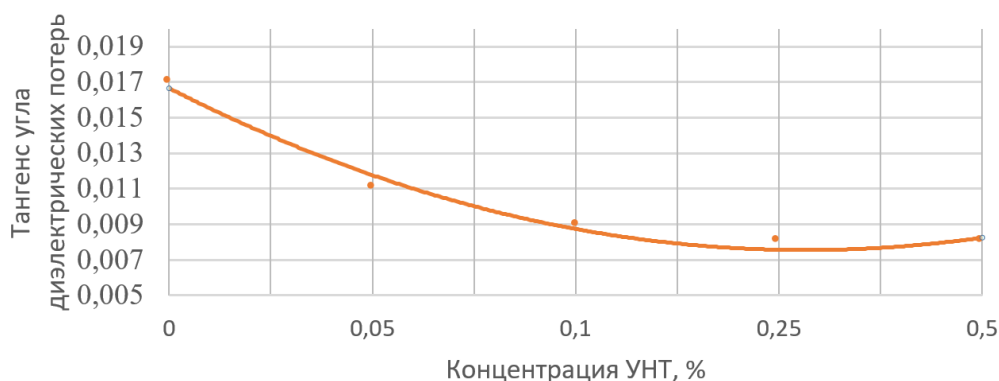


Рис. 2. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь лакокрасочных покрытий на основе эмали АК-1301 от концентрации углеродных нанотрубок (УНТ)

Также нами установлено, что при введении УНТ в исследуемые ЛКП в концентрации 0,05-0,5 мас. % (что примерно соответствует содержанию обычных пигментов в ЛКП) происходит увеличение показателя добротности – с 75 до 127 ед. Однако одновременно с этим происходит уменьшение тангенса угла диэлектрических потерь с 0,017 до 0,008. Это может быть связано с непосредственным улучшением диэлектрических свойств материала ЛКП, вызванным особыми свойствами УНТ.

Исследования других авторов [16] показывают, что введение углеродных нанотрубок, даже в небольших концентрациях, приводит к увеличению показателя добротности материала и снижению его тангенса угла диэлектрических потерь, что может быть полезно в различных приложениях, связанных с электромагнитной связью и электрическими системами. Обнаруженное нами снижение $tg\delta$ более чем в 2 раза

дает четкие основания утверждать, что у такого ЛКП повысятся и антистатические характеристики [17].

Однако при добавлении в состав УНТ происходит повышение вязкости ЛКП, поэтому использование этих добавок в концентрации выше 0,25 мас. % нецелесообразно. Кроме того, добавление УНТ в состав покрытия светлых оттенков палитры изменяет его цвет, понижая оттенок на 2-3 тона, а белые покрытия вообще становятся серыми.

Выводы

1. В качестве добавок, повышающих огнестойкость лакокрасочных покрытий на основе акриловой эмали АК-1301, могут быть рекомендованы наноразмерные (30-50 нм) порошки гидроксида алюминия $Al(OH)_3$, гидроксида магния $Mg(OH)_2$.

2. Использование добавок $Mg(OH)_2$ оказывается предпочтительнее, чем $Al(OH)_3$, т.к. при

введении их в исследуемые покрытия в концентрации 10-15 мас.% повышение огнестойкости (увеличение температуры воспламенения с 128 до 168°C, и времени сопротивления воспламенению с 15 до 28 с) происходит с сохранением исходной величины адгезии покрытия – 1 балл.

3. В качестве добавки, повышающей антистатические свойства лакокрасочных покрытий на основе акриловой эмали АК-1301, могут быть рекомендованы углеродные нанотрубки, при введении которых в исследуемые покрытия в концентрации 0,05-0,25 мас.% происходит увеличение показателя добротности (до 127 ед.) и уменьшение тангенса угла диэлектрических потерь (до 0,008).

Библиографический список

1. ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования». Решение комиссии ТС № 823 от 18 октября 2011 года (с изменениями на 16 мая 2016 года). – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902307904?ysclid=ix8k2wopyl616068761>. – Текст: электронный.
2. Шкрабак, В. С. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве / В. С. Шкрабак, А. В. Луковников, А. К. Тургиев. – Москва: Колос, 2004. – 511 с. – Текст: непосредственный.
3. Клубань, В. С. Пожарная безопасность предприятия промышленности и агропромышленного комплекса / В. С. Клубань, А. П. Петров, В. С. Рябиков. – Москва: Стройиздат, 1987. – 476 с. – Текст: непосредственный.
4. Липкович, И. Э. Противопожарные действия на предприятиях АПК / И. Э. Липкович, И. В. Егорова. – Текст: непосредственный // Вестник аграрной науки Дона. – 2016. – № 1 (33). – С. 93-100.
5. Пожары и пожарная безопасность: статистический сборник. Статистика пожаров и их последствий. – Москва: ВНИИПО, 2021. – 114 с. – Текст: непосредственный.
6. Пасовец, В. Н. Пожары на сельскохозяйственной технике и причины их возникновения / В. Н. Пасовец, В. В. Лахвич, М. А. Антоненко. – Текст: непосредственный // Вестник университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2021. – Т. 5, № 2. – С. 193-201.
7. Фрейтаг, В. Краски, покрытия, растворители / В. Фрейтаг, Д. Стойе. – Санкт-Петербург: Профессия, 2007. – 526 с. – Текст: непосредственный.
8. Ермилов, П. И. Пигменты и пигментированные лакокрасочные материалы / П. И. Ермилов, Е. А. Индейкин, И. А. Толмачев. – Москва: Химия, 1987.
9. Селиверстов, В. В. Антипирены для полимерных материалов / В. В. Селиверстов, А. С. Князев. – Текст: непосредственный // Клеи. Герметики. Технологии. – 2023. – № 8. – С. 42-47.
10. Фомин, Д. Л. Влияние гидроксидов алюминия и магния на свойства ПВХ-пластикатов / Д. Л. Фомин, Р. Я. Дебердеев. – Текст: непосредственный // Пластические массы. – 2012. – № 12. – С. 47-50.
11. Тирелли, Д. Антипирены для композитов / Д. Тирелли. – Текст: непосредственный // The Chemical Journal. – 2013. – № 1-2. – С. 3-5.
12. Пчельников, А. В. Повышение долговечности защитных покрытий машин и оборудования АПК наномодифицированными лакокрасочными материалами / А. В. Пчельников, В. В. Коротких, А. П. Илясов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 10 (204). – С. 106-111.
13. Международный стандарт ISO 1514:2016(R). Краски и лаки. Стандартные пластинки для испытания. – URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/62347/904899747cfe495db1cba689b225ba67/ISO-1514-2016.pdf>. – Текст: электронный.
14. Патент № 2817801 (RU). Способ определения теплопроводности лакокрасочных покрытий / Пчельников А. В., Пичугин А. П., Илясов А. П., Смирнова О. Е.; патентообл.: ФГБОУ ВО НГАУ. – Заявка: № 2023110450 от 03.10.2022, опубл.: 22.04.2024, Бюл. № 12. – URL: <https://www1.fips.ru/ofpstorage/Doc/IZPM/RUNWC1/000/000/002/817/801/%D0%98%D0%97-02817801-00001/document.pdf>. – Текст: электронный.
15. Каверинский, В. С. Электрические свойства лакокрасочных материалов и покрытий / В. С. Каверинский, Ф. М. Смехов. – Москва: Химия, 1990. – Текст: непосредственный.
16. Влияние введения одностенных углеродных нанотрубок на электрические и механические характеристики сополимера тетрафторэтилена с этиленом / В. П. Селькин, Ф. А. Григорьев, М. В. Карсакова, С. В. Копылов. – Текст: непосредственный // Пластические массы. – 2023. – Т. 1, № 7-8. – С. 44-46.

17. Правила защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей промышленности. – Москва: Госстрой СССР, 1972. – Текст: непосредственный.

References

1. TR TS 010/2011 «О безопасности машин и оборудования». Решение комиссии TS No. 823 от 18 октября 2011 года (с изменениями на 16 мая 2016 года). – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902307904?ysclid=lx8k2wopyl616068761>.
2. Shkrabak V.S., Lukovnikov A.V., Turgiev A.K. Bezopasnost zhiznedeiatelnosti v selskokhoziaistvennom proizvodstve. – Moskva: Kolos, 2004.
3. Kluban V.S., Petrov A.P., Riabikov V.S. Pozharnaia bezopasnost predpriiatiia promyshlennosti i agropromyshlennogo kompleksa. – Moskva: Stroizdat, 1987.
4. Lipkovich I.E., Egorova I.V. Protivopozharnye deistviia na predpriiatiakh APK // Vestnik agrarnoi nauki Dona. – 2016. – No. 1 (33). – S. 93-100.
5. Pozhary i pozharnaia bezopasnost. Statisticheskii sbornik. Statistika pozharov i ikh posledstviia. – Moskva: VNIPO, 2021.
6. Pasovets V.N., Lakhvich V.V., Antonenko M.A. Pozhary na selskokhoziaistvennoi tekhnike i prichiny ikh vozniknoveniia // Vestnik universiteta grazhdanskoi zashchity MChS Belarusi. – 2021. – T. 5. – No. 2. – S. 193-201.
7. Freitag V., Stoie D. Kraski, pokrytiia, rastvoriteli. – Sankt-Peterburg: Professii, 2007.
8. Ermilov P.I., Indeikin E.A., Tolmachev I.A. Pigmenty i pigmentirovannye lakokrasochnye materialy. – Moskva: Khimiia, 1987.
9. Seliverstov V.V., Kniazev A.S. Antipireny dlia polimernykh materialov // Klei. Germetiki. Tekhnologii. – 2023. – No. 8. – S. 42-47.
10. Fomin D.L., Deberdeev R.Ia. Vliianie gidroksidov aliuminiia i magniia na svoistva PVKh-plastikatov // Plasticheskie massy. – 2012. – No. 12. – S. 47-50.
11. Tirelli D. Antipireny dlia kompozitov // The Chemical Journal. – 2013. – No. 1-2. – S. 3-5.
12. Pchel'nikov A.V., Korotkikh V.V., Iliasov A.P. Povysenie dolgovechnosti zashchitnykh pokrytii mashin i oborudovaniia APK nanomodifitsirovannymi lakokrasochnymi materialami // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – No. 10 (204). – S. 106-111.
13. Mezhdunarodnyi standart ISO 1514:2016(R). Kraski i laki. Standartnye plastinki dlia ispytaniia. – Режим доступа: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/62347/904899747cfe495db1cba689b225ba67/ISO-1514-2016.pdf>.
14. Patent No. 2817801 (RU). Sposob opredeleniia teploprovodnosti lakokrasochnykh pokrytii / Pchel'nikov A.V., Pichugin A.P., Iliasov A.P., Smirnova O.E. // Biul. No. 12. – Zaiavka No. 2023110450 ot 03.10.2022, opubl.: 22.04.2024, patentoobl.: FGBOU VO NGAU. – Режим доступа: <https://www1.fips.ru/ofpstorage/Doc/IZPM/RUNWC1/000/000/002/817/801/%D0%98%D0%97-02817801-00001/document.pdf>.
15. Kaverinskii V.S., Smekhov F.M. Elektricheskie svoistva lakokrasochnykh materialov i pokrytii. – Moskva: Khimiia, 1990.
16. Selkin V.P., Grigorev F.A., Karsakova M.V., Kopylov S.V. Vliianie vvedeniia odnostennykh uglirodnykh nanotrubok na elektricheskie i mekhanicheskie kharakteristiki sopolimera tetraforetilena s etilenom // Plasticheskie massy. – 2023. – T. 1. – No. 7-8. – S. 44-46.
17. Pravila zashchity ot staticheskogo elektrichestva v proizvodstvakh khimicheskoi, neftekhimicheskoi, neftepererabatyvaiushchei promyshlennosti. – Moskva: Gosstrois SSSR, 1972.

