

Russian Coatings Journal

ISSN 0130-9013

ЛКМ



ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Lakokrasochnye Materialy i Ikh Primenenie

№ 12/2016 ♦ WWW.PAINT-MEDIA.COM, WWW.ЛАКИКРАСКИ.РФ ♦ ИЗДАЕТСЯ С 1960 ГОДА

TOPIC: COIL-COATING





RUSSIAN COATINGS
JOURNAL

№ 12

DECEMBER 2016

Issued since 1960, monthly, double-blind peer-reviewed

www.paint-media.com ♡ journal@paint-media.com ♡ +7 499 272 45 70 ♡ 8 985 193 97 79

Editor-in-chief: Andrutskaya O.M. om@paint-media.com

Editorial Board:

Antipov E. M., Professor, Head of Department "Chemical technology of polymeric film-forming systems", D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia, antipov@ips.ac.ru

Babkin O. E., Dr. tech. sci., Professor, head of Department "Technology of polymers and composites", St.Petersburg State University of Film and Television, Saint Petersburg (ex Leningrad), Russian Federation, obabkin@rambler.ru

Indeikin E. A., Professor of the Department "Chemical technology of organic coatings" Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russian Federation, indeikinea@ystu.ru

Kaverinsky V.S., Ph.D. tech. sci., Consultant, Yaroslavl, Russian Federation, dvk1@rambler.ru

Kvasnikov M. Yu., Dr. tech.sci., Professor, Chemical technology of composite coatings, D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia, kvasnikovm@mail.ru

Kudryavtsev, B. B., Ph.D. chem.sci., Consultant, Moscow, Russian Federation, bkudryavcev@mail.ru

Kuleshova, I. D., Ph.D. chem.sci., Deputy General Director, LLC "Prime Top Industry", Moscow, Russian Federation, IrinaD_Kuleshova@mail.ru

Manerov, Vladimir B., Ph.D. chem.sci., RCSA (Russian Coating Scientific Association), Yaroslavl, Russian Federation, vmanerov@yarli.ru

Mashlyakovsky, Leonid N., Ph.D. chem.sci., Professor, Head of Department "Chemical technology of organic coatings" St. Petersburg State Institute of Technology, Saint Petersburg (ex Leningrad), Russian Federation, orgpokr@lti-gti.ru

Menshikov V. V., D. tech.sci., Deputy Head of the Department "Innovative materials and corrosion protection" D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, a member of the coordinating Council of the Ministry of industry and science of the Russian Federation on priority areas "Chemistry and new technologies", "Fuel and energy". Honorary chemist of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

Semina R.A., Ph.D. chem.sci., Deputy General Director for science of LCC "Raduga Sintez", Moscow, Russian Federation, semina@raduga-sintez.ru

Stepin S. N., D. chem. sci., Head of Department Kazan National Research Technological University, Department of Chemical Technology of Varnishes and Paint Coatings, Kazan, Russian Federation, stepin@kstu.ru

СОДЕРЖАНИЕ

4, 55 НОВОСТИ

ЭКОНОМИКА И СТАТИСТИКА

- 10 Российскую промышленность ожидает подъем
- 12 Рынок лакокрасочных материалов Казахстана: нельзя терять перспективы сотрудничества
- 17 Европейский рынок лакокрасочных материалов для рулонного металла

ТОЧКА ЗРЕНИЯ

- 16 УФ-стойкость рулонного металла: какие материалы лучше?

АВТОМАТИЗАЦИЯ

- 29 Что мешает правильно мешать? Аудит автоматизации рецептурного производства

ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

- 32 В новом году компания COROB РУС запускает новую программу сервисного обслуживания

ПРОДУКТЫ И ИССЛЕДОВАНИЯ

- 25 УФ-отверждаемые гибридные золь-гель-покрытия для защиты алюминия
- 34 Малотоксичное полиэфиуретановое покрытие для антикоррозионной защиты авиационной техники — д. ф.-м. н., академик НАН Азербайджана А. М. Пашаев, д. т. н., профессор Т. И. Низамов, Н. Ф. Джавадов, А. А. Алиев

СЫРЬЕ. ПОЛУПРОДУКТЫ И МАТЕРИАЛЫ

- 20 Смолы для лакокрасочных материалов по рулонному металлу — Ю. В. Галкина
- 38 Новые лакокрасочные материалы для строительства и промышленности — д.т.н. А. С. Дринберг

СОБЫТИЯ

- 24 Белорусская «Лакокраска» представила новые антикоррозионные решения
- 42 Эксперты обсудили перспективы химической промышленности в России

ЮБИЛЕИ

- 44 Звездный час «Оргхимпрома» — О. М. Андруцкая
- 46 Ассоциация «Центрлак» — от рождения до наших дней — О. М. Андруцкая
- 49 ВАШ НАВИГАТОР
- 52 УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В 2016 Г.

CONTENT

4, 55 NEWS

ECONOMICS AND STATISTICS

- 10 Russian industry is expected to rise
- 12 Market of paints in Kazakhstan: it is impossible to lose the prospects for cooperation
- 17 European market of coil-coatings

POINT OF VIEW

- 16 UV-resistant coil-coatings: what material is best?

AUTOMATION

- 29 What interferes in right mixing? Audit of formulation automation

TECHNOLOGY AND EQUIPMENT

- 32 In the new year COROB RUS company is launching a new service program

PRODUCTS AND RESEARCH

- 25 UV-curable hybrid sol-gel coating to protect the aluminum
- 34 Low-toxic polyesterurethane coating for anticorrosion protection of aircraft equipment — Dr. Sci. in Physics and Mathematics, academician of NAS of Azerbaijan Pashayev A. M., Dr. tech. sci., Professor Nizamov T. I., Javadov N. F., Aliyev A. A.

RAW MATERIALS. INTERMEDIATES AND MATERIALS

- 20 Resins for paints and varnishes for rolled metal — Galkina U. V.
- 38 New coatings for construction and industry — Drinberg A.S.

EVENTS

- 24 Belarusian «Lakokraska» introduced new anti-corrosion solutions
- 42 Experts discussed the prospects of the chemical industry in Russia

ANNIVERSARIES

- 44 Finest hour of Orghimprom enterprise — Andrutskaya O. M.
- 46 Association «Tsentrak» — from birth to the present day — Andrutskaya O. M.
- 49 YOUR NAVIGATOR
- 52 INDEX OF ARTICLES PUBLISHED IN 2016

LOW-TOXIC POLYESTER-URETHANE COATING FOR ANTICORROSION PROTECTION OF AIRCRAFT EQUIPMENT

Dr. Sci. in Physics and Mathematics, academician of NAS of Azerbaijan Pashayev A. M. ¹, Dr. tech. sci., Professor Nizamov T. I. ², Javadov N. F. ³, Aliyev A. A. ², a.aliyev@naa.edu.az

¹ National aviation academy (Baku, Azerbaijan)

² Research institute at National aviation academy (Baku, Azerbaijan)

³ Experimental industrial plant of The National Academy of Science of Azerbaijan)

This article presents ways of enhancing the physico-chemical properties of polyester-urethane varnish (PUV), used as topcoat in painting aircrafts. This work targets shortening the polymerization time, eliminating toxic emissions and yellow tint in PUV through correction of its synthesis. To achieve this, the authors used aromatic polyisocyanate instead of diphenylmethanediisocyanate, used conventionally in polyester-urethane coatings synthesis. Also the conventional hardener was replaced with polyisocyanate, and instead of stabilized styrene the authors used unstabilized variety. In step one styrene was mixed with polyisocyanate containing polyester with 2:1 ratio and warmed up to 80 °C, then, in step two the authors added polyisocyanate diluted in toluene and kept the temperature of the mixture at 80 °C for 6-8 hours. The sharp odour and the turbidity was removed by adsorber with zeolite-clinoptilolite powder. The obtained PUV was tested using the standard methods of measuring transparency and smell. The results show that the purposes of the work were achieved: the color is no darker than 10 m_r, I₂/cm³ which stands for near transparent, the odour is no more than 2 points and the polymerization time is reduced from 16-24 h to 6-8 h.

Keywords: *polyester-urethane coating, synthesis of polyester-urethane, lowering toxicity, removing odour, polymerization time*

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время основная защита наружных поверхностей авиационной техники (АТ) достигается применением многослойных лакокрасочных систем (ЛКС).

Из всех слоев лакокрасочных покрытий (ЛКП) системы максимальное агрессивное внешнее воздействие среды воспринимает верхний слой, в качестве которого в основном используются прозрачные лаки на полиуретановой и подобной основе. Относительно частые мелкие повреждения верхнего слоя ЛКП требуют его местного восстановления, нередко осуществляемого вручную. Указанные лаки вследствие наличия вредных летучих органических соединений (ЛОС) и резкого токсичного запаха в процессе нанесения и до полного отверждения представляют собой опасные материалы 3-го класса токсичности и выше, вынуждающие применять специальные средства защиты, что затрудняет работу исполнителей (маляров) [1–3].

В этой связи устранение токсической и одорологической опасности лакокрасочных материалов (ЛКМ) представляется актуальной проблемой и диктует разработку новых продуктов [4–6].

Среди новых антикоррозионных составов можно отметить двухкомпонентный полиэфируретановый лак (ПЭУЛ) [7], высокий уровень защитных свойств которого подтвержден рядом испытаний [8–13] (табл. 1).

Данный лак получают на основе жирноароматического сложно-простого полиэфира бис-монодифенилпропанового эфира дипропиленгликоля себаценовой кислоты с молекулярной массой $M=1002$, полиизоцианата «К» и растворителя. Полиизоцианат «К» (уретанообразователь и отвердитель) является кубовым остатком дифенилметандиизоцианата и содержит 24 моль % изоцианатных (-NCO) групп. Процесс полимеризации при синтезе

полиэфируретана занимает 16–24 ч.

Среди недостатков ПЭУЛ можно указать относительно длительную полимеризацию и наличие токсичного запаха при высыхании. Отвердившаяся прозрачная пленка обладает некоторым мутно-желтоватым оттенком (в пределах 200 мг I₂/см³ по [14], коэффициент светопропускания — 35–40%), что нежелательно для наружных покрытий АТ, так как искажает эстетический или камуфляжный эффект нижележащих слоев краски.

Тем не менее устранение указанных недостатков позволит рассматривать данный ЛКМ в качестве перспективного верхнего прозрачного защитного покрытия АТ при сохранении прочих эксплуатационных свойств.

Цель настоящей работы — улучшение физико-химических свойств ПЭУЛ: снижение времени полимеризации, устранение резкого токсичного запаха и желтоватого оттенка за счет коррекции технологии его получения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для получения бесцветного ПЭУЛ с сокращенным периодом полимеризации без токсичного запаха необходимо изменить рецептуру его получения, а для этого:

- при синтезе ПЭУ в качестве уретанообразователя вместо дифенилметандиизоцианата использовали ароматический полиизоцианат (толуилендиизоцианат, ТДИ) Desmodur-L75 (производство COVESTRO Bayer Material Science);
- при отверждении лака в качестве отвердителя вместо дифенилметандиизоцианата использовали полиизоцианат Desmodur-44V20L (производство COVESTRO Bayer Material Science), а вместо стабилизированного стирола — нестабилизированный.

Таблица 1. Некоторые физико-механические свойства полиэфируретановых лакокрасочных материалов

Наименование показателей	Метод определения	Ед. изм.	Значение
Водопоглощение покрытия, выдержка 1000 ч	ГОСТ 21513-76	%	0,020–0,025
Биологическая стойкость против грибков, в том числе <i>Aspergillus Niger</i>	По 6-балльной системе	балл	0
Стойкость против агрессивных атмосферных газов		балл	1,0
Стойкость к электролитам при 60 °С (в течение 500 ч)			
3%-ный раствор хлорида натрия	ГОСТ 9.083-78	мас. %	Не растворяется
20%-ный раствор серной кислоты	ГОСТ 9.083-78	мас. %	Не растворяется
10%-ный раствор щелочи (Na, K)	ГОСТ 9.083-78	мас. %	Не растворяется
10%-ный раствор соляной кислоты	ГОСТ 9.083-78	мас. %	Не растворяется
Морская вода	ГОСТ 9.083-78	мас. %	
Стойкость к минеральным маслам	ГОСТ 9.409-88	Визуально	Стойкий
Стойкость к нефтепродуктам	ГОСТ 9.409-88	Визуально	Стойкий
Стойкость против налипания морских организмов, водорослей, мидий и т.д.		Визуально	Не налипают
Коэффициент водонепроницаемости	ASTM D3393	Па	10 ¹⁰
Стойкость к изгибу	ГОСТ 6806-73	мм	1
Стойкость покрытия к термостарению			При 300 °С темнеет, разрушение пленки не наблюдалось
Толщина 1 слоя покрытия	ИСО 2808:1998	мкм	18
Цвет	ГОСТ 19266-72	Визуально	Светло-желтый
Растворимость в воде	Не растворяется	г/л	0
Время высыхания до степени 3	ГОСТ 19007-73	ч	16
Время отверждения до отлипа	ГОСТ 19007-73	ч	10
Относительная вязкость, по ВЗ-4 (25° С)	ГОСТ 8420-74	с	45–55
Окончательное отверждение	ГОСТ 19007-73	ч	24
Жизнеспособность, не менее	ГОСТ Р 53653-2009	ч	10
Коэффициент поглощения влаги		г/мм×Па×ч	10 ¹⁰
Время гелеобразования на открытом воздухе	ГОСТ 19007-73	мин	25–30
Цвет по йодометрической таблице, не темнее	ГОСТ 19266-79	мг, I ₂ /см ³	200
Яркость покрытия, не менее	ГОСТ 896-69	%	65
Коэффициент светопропускания	ГОСТ 26602.4-2012	%	38–40
Диэлектрическая сплошность при трехслойном нанесении, кВ	ASTM G62-87	кВ	3–4
Диэлектрическая проницаемость	ГОСТ 22372-77		1,0–1,5
Тангенс угла диэлектрических потерь	ГОСТ 6433.4-71		1
Электрическая прочность в однородном поле на частоте 50 Гц	ГОСТ 6433.3-71	кВ/мм	40–50
Объемное сопротивление	ГОСТ Р 50499-93	Ом×м	10 ¹⁸ –10 ²⁰
Удельное объемное сопротивление	ГОСТ 5233-67	отн. ед.	0,6–0,7
Прочность связи на отслаивание:			
- с пьезокерамикой	ГОСТ 21981-76	кг/см ²	8,0
- с титаном	ГОСТ 21981-76	кг/см ²	17,0
Прочность покрытия при ударе	ГОСТ 4765-73	кг/см ²	50
Прочность на разрыв	ГОСТ 14236-81	кг/см ²	350–400
Устойчивость к деформации, не менее	ГОСТ Р 53007-2008 или ГОСТ 6806-73	мм	1,0
Твердость покрытия, по маятнику М-3, не менее	ГОСТ 5233-89		0,55

Таблица 2. Варианты оптимальных соотношений компонентов модифицированного полиэфируретана

Состав композиции, мас. %		
Полиэфирполиол со стиролом (1:2)	Раствор Desmodur-L75 в толуоле (3:1)	Desmodur-44V20L
85	5	10
80	8	12
75	10	15

Полиизоцианаты Desmodur-L75 и Desmodur-44V20L увеличивают диапазон рабочей температуры, стирол – молекулярную массу в целом.

Экспериментальную партию ПЭУ готовили в трехгорлой колбе, снабженной термометром и газоотводной трубкой для удаления легких паров непрореагировавших ингредиентов. Колбу подогревали (не выше 80 °С) с помощью нагревающей магнитной мешалки с регулятором температуры.

Процесс начинали с приготовления смеси стирола и полиизоцианата «К» с содержанием сложно-простого полиэфира молекулярного веса $M=1002$, взятых в соотношении 2:1. Эту смесь заливали в колбу и нагревали до 80 °С, затем добавляли предварительно растворенный в толуоле полиизоцианат Desmodur-L75 при соотношении 1:3. Температуру нагрева (80 °С) поддерживали в течение 6–8 ч.

По окончании реакции полученный компаунд сливали в емкость с притертой пробкой. Варианты оптимальных соотношений компонентов ПЭУ приведены в табл. 2.

Содержание простого полиэфирполиола и стирола ниже указанного предела приводит к уменьшению молекулярного веса общей полимерной массы, а увеличение — к перерасходу компонентов, усилению токсичного запаха и помутнению. При содержании полиизоцианатов Desmodur-L75 и Desmodur-44V20L ниже указанного предела ухудшаются свойства уретанообразователя и не обеспечивается отверждение, а их увеличение вызывает перерасход компонентов.

Для более полного очищения от токсичного запаха, обусловленного производными стирола, и устранения

мутности композицию пропускали через адсорбер с измельченным (размер частиц 1 мкм) цеолит-клиноптилолитом Айдагского месторождения.

Компоненты (полиэфир и отвердитель Desmodur-44V20L) смешивали перед нанесением в пропорции 5:1 и наносили на зачищенную и обезжиренную поверхность с помощью кисти.

Согласно санитарным нормам, полиэфирные и полиуретановые ЛКМ способны выделять формальдегид, стирол, циановодород, фенол и ксилол, причем каждый из них обладает заметным специфическим запахом даже при малых концентрациях [15]. Отсюда можно допустить, что общее устранение запаха ПЭУ означает снижение его токсичности.

Для оценки интенсивности токсичного запаха проводили органолептический анализ воздуха по одорометрической шкале Р.Х. Райта [16]. Для определения цвета (наличия желтого оттенка) отвердившегося покрытия применяли методику [14], нанося лак на прозрачную стеклянную подложку.

Степень прозрачности (коэффициент светопропускания) определяли на спектрофлуориметре «ФЛЮОРАТ-02-ПАНОРАМА» с учетом рекомендаций [17]. Исследовали образец стекла и образец того же стекла с покрытием, определяя зависимость процента пропускания образца с покрытием относительно простого стекла от длины волны.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Одориметрический показатель высыхающего лака (запах воздушной среды) не превышал 2 баллов, что, согласно [18], можно считать допустимым.

На рис. 1 представлен график зависимости светопропускания образца с покрытием относительно простого стекла от длины волны.

Толщина слоя лака заметно менялась по поверхности стекла от точки к точке. Длина волны варьировалась почти по всему видимому диапазону (450–700 нм). Пропускание менялось в пределах 89,46–95,24%, что позволяет считать покрытие прозрачным. Разброс результатов, вероятно, связан с изменением толщины покрытия по поверхности образца.

Цвет отвердившейся полиэфируретановой пленки по йодометрической таблице был не темнее 10 мг, $I_2/см^3$, поэтому покрытие визуально можно воспринимать как бесцветное.

Таким образом, после проведения описанных модификаций у конечного продукта отсутствует ощутимый токсический запах, образующаяся пленка ЛКП бесцветная, имеет должную прозрачность.

Продолжительность процесса полимеризации при получении полиэфируретана вместо 16–24 ч состави-

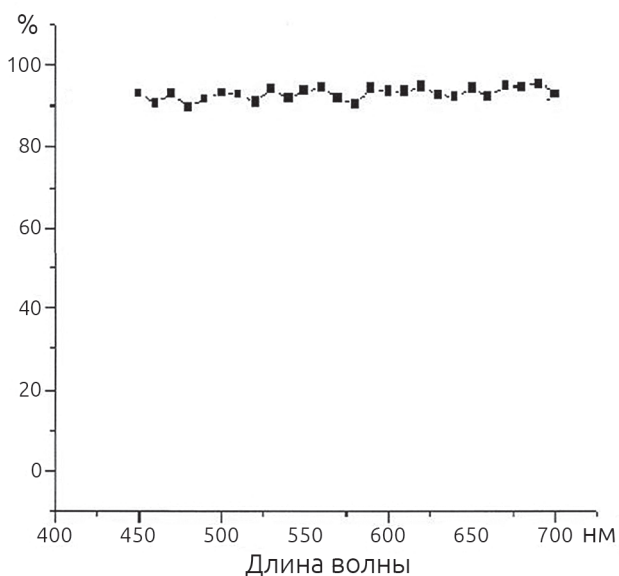


Рис. 1. Зависимость светопропускания (в %) образца с покрытием относительно простого стекла от длины волны

ла 6–8 ч, что существенно сокращает технологический процесс производства.

ВЫВОДЫ

1. Предложено использовать ПЭУЛ в качестве основы для разработки малотоксичного ЛКМ.
2. Разработана модифицированная технология производства ПЭУЛ, предусматривающая использование при синтезе в качестве активатора ароматического полиизоцианата производства COVESTRO Bayer Material Science Desmodur-L75 и Desmodur-44V20L в качестве отвердителя.
3. Получен модифицированный ЛКМ, отвечающий требованиям нормативов по прозрачности (коэффициент светопропускания — 89,46–95,24%), цвету (не темнее 10 мг I₂/см³) и запаху (не более 2 баллов).
4. Выявлено, что продолжительность процесса синтеза полиэфируретана сократилась с 16–24 до 6–8 ч по сравнению с исходным аналогом. 🔥

REFERENCES

1. GOST 12.1.007-76 SSBT. Vrednye veshchestva. Klassifikatsiya i obshchie trebovaniya bezopasnosti (s izmeneniyami № 1, 2). [State standard 12.1.007-76 SSBT. Harmful substances. Classification and general safety requirements (with changes No. 1, 2)]. Moscow, Standartinform, 2007, p.1
2. Edinye sanitarno-ehpidemiologicheskie i gigienicheskie trebovaniya k tovaram, podlezhashchim sanitarno-ehpidemiologicheskomu nadzoru (kontrolyu). Glava II, Razdel 5. Podrazdel II. Lakokrasochnye materialy. [Uniform sanitary-epidemiological and hygienic requirements for goods subject to sanitary-epidemiological supervision (control)]. Chapter II, Section 5. Subsection II. Paints and varnishes., pp. 695-697; Annex 5B, pp. 720-723. - IPA "ETALON" 6.1, 10.12.2012.
3. GOST R 52362-2005. Bezopasnost' lakokrasochnyh materialov. [State standard R 52362-2005. Safety of paints and varnishes.] Moscow, Standartinform, 2008, pp. 2-3.
4. Kondrashov E.K., Kuznetsova V.A., Semenova L.V. et al. Razvitie aviatsionnyh lakokrasochnyh materialov [Development of aviation paint and varnish materials], Vse materialy: Entsiklopedicheskiy spravochnik, 2012, no 5, pp.49–54. (in Russ.)
5. Kuznetsova V.A., Semenova L.V., Kondrashov E.K., Lebedeva T.A. Lakokrasochnye materialy s ponizhennym soderzhaniem vrednykh i toksichnykh komponentov dlya okraski agregatov i konstruktsiy iz PKM [Coatings with a low content of harmful and toxic components for painting aggregates and structures from PCM]. Trudy VIAM [Proc. of VIAM], 2013, no 8 p.14 (in Russ.)
6. Pashaev A.M., Mehdiyev A.Sh., Nizamov T.I. and others. Patent AR I 20060022. Uplotnitel'nyy kompaund [Patent AR I 20060022. Sealing compound]. Azerbaijan Republic, State Committee for Standardization, Metrology and Patents. Ofitsial'nyy byulleten' «Promyshlennaya sobstvennost'». Bull. 1, 11.04.2006 p. 28 [in Azerbaijan]
7. Nizamov T.I. Osobennosti proektirovaniya antennoy gidrolokatora dlya morskogo monitoringa [Features of designing a sonar antenna for marine monitoring], Izvestiya NAS of Azerbaijan. Ser. "Physical-mathematical and technical sciences", 2003, no. 5 (II), pp. 80-87. (in Russ.)
8. Nizamov T.I., Javadov N.F., Mehdiyadeh R.N., Isayev A. I., Aliev A.A. Effect of protective coatings for life of polymer dielectric barrier. 8th International Conference on "Technical and Physical Problems of Power Engineering". 5-7 September 2012. Ostfold University College. Fredrikstad, Norway. ICTPE-2012. - Nr 65. - Code 04EEM08. R. 321-322
9. Pashaev A.M., Mekhtiev A.Sh., Nizamov T.I., Kurbanov R.A., Gumbatov R.A., Orujev B.Z., Hajiyeu A.Kh. Patent RF. Sposob ingibirovaniya otlozheniya parafina pri dobyche i transporte nefti [Patent of the Russian Federation No. 2 182 648. Method of inhibiting paraffin deposition during oil production and transportation] Azerbaijan Republic, State Committee for Standardization, Metrology and Patents. Ofitsial'nyy byulleten' «Promyshlennaya sobstvennost'». Bull. 20.05.2002, p. 42. (in Russ.)
10. Karimova S.A., Avdyushkina L.I., Efimova E.A., Nizamov T.I., Aliev A.A. Issledovanie vozmozhnosti primeneniya poliehfiruretanovogo kompaunda dlya zashchity materialov detalei aviatsionnoy tekhniki [Investigation of the possibility of using a polyetherurethane compound for the protection of aviation equipment parts]. Trudy VIAM [Proc. of VIAM], 2015, no 4. (in Russ.)
11. Aliev A.A., Nizamov T.I., Kotelevets N.A. Issledovanie antikorrozionnykh svoystv poliehfiruretanovogo laka [Investigation of the anticorrosive properties of polyesterurethane lacquer]. Nauchnyy vestnik GosNII GA [Scientific bulletin of State research institute of oil and gas], 2014, no 6, pp. 43–48. (in Russ.)
12. Pashayev A.M., Akhundov Z.S., Razumovsky S.D., Nizamov T.I., Dzhabadov N.F., Tagiev B.A., Aliev A.A. Ozonostojkoe pokrytie na poliehfiruretanovoy osnove [Ozone resistant coating on polyesterurethane base]. Lakokrasochnye materialy i ikh primeneniye, 2014, no 8, pp. 43–45. (in Russ.)
13. GOST 19266-79. Materialy lakokrasochnye. Metody opredeleniya cveta. [State standard 19266-79. Paints and coatings. Methods for determining color]. Moscow, Committee for Standardization and Metrology of the USSR, 1991, pp. 1-4.
14. Polovinkin L.V., Kryuchkova N.N., Sobol Yu.A., Treilib V.V., Prikhmatov Yu.A. Gigienicheskaya ocenka lakokrasochnyh materialov [Hygienic assessment of paints and varnishes. Reg. number: 056-1009]. Minsk, GU "Republican Scientific and Practical Center of Hygiene", 2009, pp. 5-8. (in Belarus)
15. Vasilkevich V.M., Sobol Yu.A., Kharnikova G.A., Polovinkin L.V., Gulina V.V. Metody opredeleniya i ocenki pokazatelej bezopasnosti i bezvrednosti dlya cheloveka materialov na drevesnoj, mineral'noj i polimernoj osnovah. Reg. nomer 012-1112 [Methods for the determination and evaluation of safety and safety indices of materials on wood, mineral and polymer basis for human. Reg. number 012-1112]. Minsk, GU "Republican Scientific and Practical Center of Hygiene", 2012, pp. 4-9, 12-14. (in Belarus)
16. GOST 26602.4-2012. Bloki okonnyye i dvernye. Metod opredeleniya obshchego koefitsienta propuskaniya sveta. [State standard 26602.4-2012. Window and door blocks. Method for determining the total light transmittance]. Interstate Scientific and Technical Commission for Standardization, Technical Norms and Conformity Assessment in Construction (MNTKS), Moscow, 2012, pp. 5-8.
17. MU 2.1.674-97. Metodicheskie ukazaniya. Sanitarno-gigienicheskaya ocenka strojmaterialov s dobavleniem promethodov. [Methodical instructions 2.1.674-97. Sanitary and hygienic assessment of building materials with the addition of waste products]. State system of sanitary and epidemiological regulation of the Russian Federation. The Institute of Human Ecology and Environmental Health of the Russian Academy of Medical Sciences, the Center for State Sanitary Epidemiological Supervision in the Voronezh Region, F.F. Erisman of the Ministry of Health of Russia, the Scientific and Practical Center for State Expertise of the Ministry of Health of Russia. Approved by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation on August 8, 1997, pp. 8-9.