

Техническая информация

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-2-78-85>

УДК 621.892:678

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. В. ЗАПОЛЬСКИЙ¹⁺, В. И. ЖОРНИК²

¹ООО «Евразия Лубрикантс», ул. Заводская, 1, 223034, г. Заславль, Минская область, Беларусь

²Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, ул. Академическая, 12, 220072, г. Минск, Беларусь

Цель работы — разработка составов и технологических режимов получения экологически безопасных пластичных и жидких смазочных материалов на комбинированной основе из смеси растительных и минеральных масел и их практическая реализация.

Показана целесообразность применения комбинированного базового масла, состоящего из смеси растительного (рапсовое масло) и минерального (высокоочищенное масло III группы по классификации API) компонентов, для получения экологически безопасных пластичных и жидких смазочных материалов. Разработана гамма экологически безопасных пластичных смазочных материалов с использованием различных мыльных загустителей (простые и комплексные соли 12-гидроксистеариновой кислоты), полимерсодержащих присадок и наполнителей различного функционального назначения. Разработанные кальциевая, комплексная литиевая, литий-кальциевая и комплексная сульфонат кальциевая пластичные смазки предназначены для применения в узлах трения машин и механизмов, эксплуатирующихся в условиях различной механической и термической нагруженности. В частности, диапазон рабочих температур для них находится в пределах от минус 50 °С до плюс 220 °С. Их степень биоразлагаемости составляет 80–83%. В статье представлен компонентный состав и технология получения экологически безопасного всесезонного масла для пильных цепей на основе комбинированного базового масла с пакетом полимерсодержащих присадок, по техническим характеристикам не уступающее мировым аналогам при биоразлагаемости 93%.

Ключевые слова: экологически безопасные смазочные материалы, комбинированное базовое масло, мыльный загуститель, полимерсодержащие добавки, пластичные смазки, масло для пильных цепей.

THE EXPERIENCE IN THE DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF THE ENVIRONMENTALLY FRIENDLY POLYMER-CONTAINING LUBRICANTS

A. V. ZAPOLSKY¹⁺, V. I. ZHORNIK²

¹LLC Eurasia Lubricants, Zavodskaya St., 1, 223034, Zaslavl, Minsk region, Belarus

²Joint Institute of Mechanical Engineering of NASB, Akademicheskaya St., 12, 220072, Minsk, Belarus

The purpose of the work is the development of the compositions and technological modes of the production of the environmentally friendly plastic and liquid lubricants using the combined basis from the mixture of vegetable and mineral oils and their practical implementation.

The feasibility of the using of the combined base oil consisting of the mixture of vegetable (rapeseed oil) and mineral (highly-purified oil of the III group according to the API classification) components for the pro-

⁺Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: : zapolskyandrew@gmail.com

duction of the environmentally friendly plastic and liquid lubricants is shown. The range of environmentally friendly greases using various soap thickeners (simple and complex salts of 12-hydroxystearic acid), polymer-containing additives and fillers for various functional purposes are developed. The developed calcium, complex lithium, lithium-calcium and complex sulfonate calcium greases are designed for the use in friction units of the machines and mechanisms operated under the conditions of various mechanical and thermal loading. In particular, their working temperature range is from $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+220\text{ }^{\circ}\text{C}$. Their degree of the biodegradability is 80–83%. The article presents the component composition and technology for the production of the environmentally friendly all-season oil for the saw chains based on the combined base oil with the package of polymer-containing additives, which is not inferior in technical characteristics to world analogues with the biodegradability of 93%.

Keywords: environmentally friendly lubricants, combined base oil, soap thickener, polymer-containing additives, greases, oil for the saw chains.

Поступила в редакцию 26.04.2023

© А. В. Запольский, В. И. Жорник, 2023

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в [редакцию журнала](#)
Full text of articles can be purchased from the editorial office

Адрес редакции: ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь
Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Address: Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus
Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: polmattex@gmail.com
Web: <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

Образец цитирования:

Запольский А. В., Жорник В. И. Опыт разработки и производства экологически безопасных полимерсодержащих смазочных материалов // Полимерные материалы и технологии. 2023. Т. 9, № 2. С. 78–85. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-2-78-85>

Citation sample:

Zapol'skiy A. V., Zhornik V. I. Opyt razrabotki i proizvodstva ekologicheskii bezopasnykh polimersoderzhashchikh smazochnykh materialov [The experience in the development and production of the environmentally friendly polymer-containing lubricants]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2023, vol. 9, no. 2, pp. 78–85. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-2-78-85>

Литература

1. Евдокимов А. Ю., Фукс И. Г., Любинин И. А. Смазочные материалы в техносфере и биосфере: экологический аспект. Киев : Атика-Н, 2012. 292 с.
2. Паренаго О. П., Сафиева Р. З., Антонов С. В., Стенина Н. Д., Лядов А. Г. Состояние и перспективы развития производства биоразлагаемых пластичных смазок (обзор) // Нефтехимия. 2017. Т. 57, № 6. С. 766–768.
3. Gnanasekaran D., Chavadi V. P. Vegetable Oil based Bio-lubricants and Transformer Fluids. Applications in Power Plants. Singapore : Springer, 2018. XV, 155 p.
4. Деревяго И. П. Концепция «зеленой экономики» и возможности ее реализации в условиях Республики Беларусь // Белорусский экономический журнал. 2017. № 1. С. 24–37.
5. Девянин С. Н., Марков В. А., Семенов В. Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. М. : ФГОУ ВПО МГАУ, 2018. 340 с.
6. Запольский А. В. Биоразлагаемые смазочные материалы – важнейший продукт смазочной индустрии будущего // Новая экономика. 2018. № 1. С. 226–229.
7. Rhee I.-S. 21st century military biodegradable greases // NLGI Spoceman, 2000, vol. 64, no 1, pp. 8–17.
8. Тюпюнников Б. Н., Бухштаб З. И., Гладкий Ф. Ф., Мельник А. П., Бутенев В. П. Химия жиров. М. : Колос, 1992. 448 с.
9. Kato N., Komiya H., Kimura A., Kimura H. Lubrication life of biodegradable greases with rapeseed oil base // Lubr. Eng., 1999, vol. 55, no. 8, pp. 19–25.
10. Ермаков С. Ф., Чмыхова Т. Г., Тимошенко А. В., Шершнев Е. Б. Трибологические особенности экологически чистых смазочных композиций на основе рапсового масла // Трение и износ. 2019. Т. 40, № 2. С. 245–252.
11. Леонтьев В. Н., Маркевич Р. М., Феськова Е. В., Хильченко Т. С., Жорник В. И., Ивахник А. В., Запольский А. В. Испытание об-

- разцов смазочных материалов на биоразлагаемость // *Технология органических веществ : материалы 85-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1–13 февраля 2021 г.* Минск : БГТУ, 2021. С. 349–351.
12. Рудник Л. Р. Присадки к смазочным материалам. Свойства и применение. СПб. : Профессия, 2013. 927 с.
 13. Фукс И. Г., Шибряев С. Б. Состав, свойства и производство пластичных смазок. М. : ГАНГ, 1992. 158 с.
 14. Fessenbecker A., Roehrs I., Pagnoglou R. Additives for environmentally acceptable lubricant // *Journal of the National Lubricating Grease Institute*, 1996, vol. 60, no. 6, pp. 9–25.
 15. Облещикова И. Р. Исследование рапсового масла в качестве основы альтернативных смазочных материалов : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.17.07. М., 2004. 32 с.
 16. О'Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение. СПб. : Профессия, 2007. 751 с.
 17. Жорник В. И., Запольский А. В., Ивахник А. В., Ивахник В. П., Тычинская Л. Ю. Новый подход к получению биоразлагаемых пластичных смазок // *Полимерные композиты и трибология (Поликомтриб-2019) : тезисы докладов международной научно-технической конференции, Гомель, 25–28 июня 2019 г.* Гомель : ИММС НАНБ, 2019. С. 189.
 18. Смазки. Производство, применение, свойства : справочник / ред.: Т. Манг, У. Дрезель. СПб. : Профессия, 2010. 994 с.
 19. Запольский А. В., Жорник В. И. Экологически безопасный жидкий смазочный материал для пильных цепей на основе комбинированной дисперсионной среды // *Механика машин, механизмов и материалов*. 2023. № 1(62). С. 63–71. doi: 10.46864/1995-0470-2023-1-62-63-71
 20. Жорник В. И., Запольский А. В., Ивахник А. В. Структура и свойства биоразлагаемой пластичной смазки со смешанной дисперсионной средой и гетерогенной литий-кальциевой дисперсной фазой // *Трение и износ*. 2022. Т. 43, № 4. С.351–360. doi: 10.32864/0202-4977-2022-43-4-351-360
 21. Жорник В. И., Ивахник А. В., Запольский А. В. Экологически безопасные смазочные материалы на основе смеси растительного и минерального масел // *Вестник Витебского государственного технологического университета*. 2022. № 1 (42). С. 99–114. doi: 10.24412/2079-7958-2022-1-99-114
 22. Жорник В. И., Ивахник А. В., Запольский А. В., Ивахник В. П., Бухтилова М. А. Механизм структурообразования дисперсной фазы биоразлагаемой литий-кальциевой смазки // *Актуальные вопросы машиноведения*. 2019. Вып. 8. С. 325–328.
 23. Патент 23651 РБ, МПК С 10М 101/02, С 10М 117/04, С 10М 177/00. Биоразлагаемая пластичная смазка и способ ее получения / В. И. Жорник, А. В. Запольский, А. В. Ивахник, В. П. Ивахник; заявитель ОИМ НАН Беларуси. № а20200310; заявл. 06.11.2020; опубл. 28.02.2022.
 24. Жорник В. И., Ивахник А. В., Ивахник В. П., Запольский А. В. Структура и свойства комплексной сульфонат кальциевой смазки // *Механика машин, механизмов и материалов*. 2018. № 1 (42). С. 44–50.
 25. Жорник В. И., Запольский А. В., Ивахник А. В. Экологически безопасные биоразлагаемые смазочные материалы на основе смешанной дисперсионной среды // *Полимерные композиты и трибология (Поликомтриб-2022) : тезисы докладов международной научно-технической конференции, Гомель, 28–30 июня 2022 г.* Гомель : ИММС НАНБ, 2022. С. 9.

References

1. Evdokimov A. Yu., Fuks I. G., Lyubinin I. A. *Smazochnyye materialy v tekhnosfere i biosfere: ekologicheskiy aspekt* [Lubricants in the technosphere and biosphere: environmental aspect]. Kiev : Atika-N Publ., 2012. 292 p.
2. Parenago O. P., Safieva R. Z., Antonov S. V., Stenina N. D., Lyadov A. S. Sostoyaniye i perspektivy razvitiya proizvodstva biorazlagaemykh plastichnykh smazok (obzor) [State and prospects for the development of the production of biodegradable greases (review)]. *Neftekhimiya* [Petrochemistry], 2017, vol. 57, no. 6, pp. 766–768.
3. Gnanasekaran D., Chavadi V. P. Vegetable Oil based Bio-lubricants and Transformer Fluids. Applications in Power Plants. Singapore : Springer, 2018. XV, 155 p.
4. Derevyago I. P. Kontseptsiya «zelenoy ekonomiki» i vozmozhnosti ee realizatsii v usloviyakh Respubliki Belarus' [Concept of “green economy” and the possibility of its implementation in the conditions of the Republic of Belarus]. *Belorusskiy ekonomicheskiy zhurnal* [Belarusian Economic Journal], 2017, no. 1, pp. 24–37.
5. Devyanin S. N., Markov V. A., Semenov V. G. Rastitel'nye masla i topliva na ikh osnove dlya dizel'nykh dvigateley [Vegetable oils and fuels based on them for diesel engines]. Moscow : FGOU VPO MGAU Publ., 2018. 340 p.
6. Zapol'skiy A. V. Biorazlagaemye smazochnyye materialy – vazhneyshiy produkt smazochnoy industrii budushchego [Biodegradable lubricants – the most important product of the lubricant industry of the future]. *Novaya ekonomika* [New Economy], 2018, no. 1, pp. 226–229.
7. Rhee I-S. 21st century military biodegradable greases. *NLGI Spocesman*, 2000, vol. 64, no 1, pp. 8–17.
8. Tyutyunnikov B. N., Bukhshtab Z. I., Gladkiy F. F., Mel'nik A. P., Butenev V. P. *Khimiya zhиров* [Fat Chemistry]. Moscow : Kolos Publ., 1992. 448 p.
9. Kato N., Komiya H., Kimura A., Kimura H. Lubrication life of biodegradable greases with rapeseed oil base. *Lubr. Eng.*, 1999, vol. 55, no. 8, pp. 19–25.
10. Ermakov S. F., Chmykhova T. G., Timoshenko A. V., Shershnev E. B. Tribologicheskie osobennosti ekologicheski chistykh smazochnykh kompozitsiy na osnove rapsovogo masla [Tribological features of environmentally friendly lubricating compositions based on rapeseed oil]. *Trenie i iznos* [Friction and Wear], 2019, vol. 40, no. 2, pp. 245–252.
11. Leont'ev V. N., Markevich R. M., Fes'kova E. V., Khil'chenko T. S., Zhornik V. I., Ivakhnik A. V., Zapol'skiy A. V. Ispytaniye obraztsov smazochnykh materialov na Testing of lubricant samples for biodegradability]. *Materialy 85 nauchno-tekhnicheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov (s mezhdunarodnym uchastiem) «Tekhnologiya organicheskikh veshchestv»* [Proceedings of the 85th scientific-technical conference “Technology of organic substances”]. Minsk : BGTU Publ., 2021, pp. 349–351.
12. Rudnik L. R. *Prisadki k smazochnym materialam. Svoystva i primeneniye* [Additives to lubricants. Properties and application]. Saint-Petersburg : Professiya Publ., 2013. 927 p.
13. Fuks I. G., Shibryaev S. B. *Sostav, svoystva i proizvodstvo plastichnykh smazok* [Composition, properties and production of greases]. Moscow : GANG Publ., 1992. 158 p.
14. Fessenbecker A., Roehrs I., Pagnoglou R. Additives for environmentally acceptable lubricant. *Journal of the National Lubricating Grease Institute*, 1996, vol. 60, no. 6, pp. 9–25.
15. Oblashchikova I. R. Issledovanie rapsovogo masla v kachestve osnovy al'ternativnykh smazochnykh materialov. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Research of rapeseed oil as the basis of alternative lubricants. PhD eng. sci. diss. abstract]. Moscow, 2004. 32 p.
16. O'Brayen R. *Zhiry i masla. Proizvodstvo, sostav i svoystva, primeneniye* [Fats and oils. Production, composition and properties, application]. Saint-Petersburg : Professiya Publ., 2007. 751 p.
17. Zhornik V. I., Zapol'skiy A. V., Ivakhnik A. V., Ivakhnik V. P., Tychinskaya L. Yu. Novyy podkhod k polucheniyu biorazlagaemykh

- plastichnykh smazok [New approach to the production of biodegradable greases]. Tezisy докладov mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Polimernye kompozity i tribologiya (Polikomtrib-2019)» [Abstracts of reports of the international scientific and technical conference “Polymer Composites and Tribology (Polikomtrib-2019)”]. Gomel' : IMMS NANB, 2019, pp. 189.
18. *Smazki. Proizvodstvo, primeneniye, svoystva* [Lubricants. Production, application, properties]. Eds.: T. Mang, U. Drezel'. Saint-Petersburg : Professiya Publ., 2010. 994 p.
 19. Zapol'skiy A. V., Zhornik V. I. Ekologicheski bezopasnyy zhidkiy smazochnyy material dlya pil'nykh tsepey na osnove kombinirovannoy dispersionnoy sredy [Environmentally safe liquid lubricant for the saw chains based on the combined dispersion medium]. *Mekhanika mashin, mekhanizmov i materialov* [Mechanics of Machines, Mechanisms and Materials], 2023, no. 1(62), pp. 63–71. doi: 10.46864/1995-0470-2023-1-62-63-71
 20. Zhornik V. I., Zapol'skiy A. V., Ivakhnik A. V. Struktura i svoystva biorazlaga-emoy plastichnoy smazki so smeshannoy dispersionnoy sredoy i heterogennoy litiy-kal'tsievoy dispersnoy fazoy [Structure and Properties of the Biodegradable Grease with the Mixed Dispersion Medium and Heterogeneous Lithium-Calcium Dispersed Phase]. *Trenie i iznos* [Friction and Wear], 2022, vol. 43, no. 4, pp. 351–360. doi: 10.32864/0202-4977-2022-43-4-351-360
 21. Zhornik V. I., Ivakhnik A. V., Zapol'skiy A. V. Ekologicheski bezopasnye smazochnye materialy na osnove smesi rastitel'nogo i mineral'nogo masel [Environmentally friendly lubricants based on the mixture of the vegetable and mineral oils]. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Herald of the Vitebsk State University], 2022, no. 1 (42), pp. 99–114. doi: 10.24412/2079-7958-2022-1-99-114
 22. Zhornik V. I., Ivakhnik A. V., Zapol'skiy A. V., Ivakhnik V. P., Bukhtilova M. A. Mekhanizm strukturoobrazovaniya dispersnoy fazy biorazlagaemoy litiy-kal'tsievoy smazki [Mechanism of structure formation of dispersed phase of biodegradable lithium-calcium grease]. *Aktual'nye voprosy mashinovedeniya* [Current issues of machine science], 2019, is. 8, pp. 325–328.
 23. Zhornik V. I., Zapol'skiy A. V., Ivakhnik A. V., Ivakhnik V. P. Biorazlagaemaya plastichnaya smazka i sposob ee polucheniya [Biodegradable grease and the method of its production]. Patent RB, no. 23651, 2022.
 24. Zhornik V. I., Ivakhnik A. V., Ivakhnik V. P., Zapol'skiy A. V. Struktura i svoystva kom-pleksnoy sul'fonat kal'tsievoy smazki [Structure and properties of complex sulfonate calcium greases]. *Mekhanika mashin, mekhanizmov i materialov* [Mechanics of Machines, Mechanisms and Materials], 2018, no. 1 (42), pp. 44–50.
 25. Zhornik V. I., Zapol'skiy A. V., Ivakhnik A. V. Ekologicheski bezopasnye biorazlagaemye smazochnye materialy na osnove smeshannoy dispersionnoy sredy [Environmentally friendly biodegradable lubricants based on a mixed dispersion medium]. Tezisy докладov mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Polimernye kompozity i tribologiya (Polikomtrib-2022)» [Abstracts of reports of the international scientific and technical conference “Polymer Composites and Tribology (Polikomtrib-2022)”]. Gomel' : IMMS NANB Publ., 2022, pp. 9.
-