

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛИТИЕВОЙ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ «ЛИТОЛ-24»

Ю.А. Булавка, А.Э. Кузман

Полоцкий государственный университет, Новополоцк  
211440, Республика Беларусь, Витебская область, г. Новополоцк, ул. Блохина, 29  
u.bylavka@psu.by

**Аннотация:** Рассмотрена динамика объемов производства на рынке пластичных смазок России и стран СНГ и структура потребления литиевых смазок. Проведен анализ исходных компонентов сырьевой смеси для производства литиевой пластичной смазки «Литол-24» и технологии его приготовления в промышленных условиях на ОАО «Завод горного воска» (Беларусь). Предложено понижение содержания загустителя и повышение содержания экстракта нефтяного в литиевой пластичной смазке при реализации технологического процесса, что позволяет получать качественный продукт по сниженной стоимости.

**Ключевые слова:** литол, пластичная смазка, загуститель, термообработка.

**Abstract.** The dynamics of production volumes in the market of greases in Russia and CIS countries and the structure of consumption of lithium greases are considered. The analysis of the initial components of the raw mixture for the production of lithium grease "Litol-24" and the technology of its preparation in industrial conditions at the OJSC "Mountain Wax Plant" (Belarus) was carried out. It is proposed to reduce the content of the thickener and increase the content of the oil extract in lithium grease during the implementation of the technological process, which makes it possible to obtain a high-quality product at a reduced cost.

**Key words:** lithol, grease, thickener, heat treatment.

### Введение

На протяжении последних лет одним из главных трендов развития нефтегазового комплекса стран СНГ является масштабная модернизация нефтепереработки и нефтехимии [10-11]. Смазки пластичные (либо консистентные) – особый тип смазочных материалов, применяемых в обслуживании различных видов техники и оборудования, обеспечивая стабильность и долговечность работы механизмов.

В состав консистентных смазок входит базовое жидкое масло и загуститель, в частности, в литиевых пластичных смазках в качестве загустителя используют про-

стые или комплексные соли жирных кислот лития. Загуститель необходим для образования структурного каркаса, он способен удержать в себе базовое масло (дисперсионную среду). Определенное сочетание дисперсионной среды и дисперсной фазы (загустителя) обеспечивает пластичную структуру, благодаря этому смазка не растекается и удерживается в узлах трения [4, 6]. Отличительной особенностью пластичных смазок, по сравнению с жидкими смазочными материалами, является быстрое восстановление разрушенных связей между частицами дисперсной фазы и приобретение ими свойств твердого тела после

снятия нагрузки. Она проявляется в снижении предела прочности и вязкого сопротивления при механическом воздействии этих свойств после снятия нагрузок [2]. Характер такого восстановления зависит от структуры смазок.

Литиевые пластичные смазки выполняют следующие функции: уменьшение коэффициента трения; снижение износа деталей и механизмов для продления срока службы; разделение сопряженных деталей слоем смазки для предотвращения или уменьшения контакта шероховатых поверхностей; защита механизмов и узлов трения от атмосферной коррозии, воздействия агрессивных сред.

Требования, предъявляемые к литиевым пластичным смазкам следующие: снижение трения и износа в процессе работы в широком интервале температур; защита от коррозии деталей и

механизмов; сохранение неизменной консистенции при небольших нагрузках; сохранение функциональных свойств при поглощении небольшого количества загрязняющих примесей.

Цель данной работы является анализ технологического процесса производства литиевой пластичной смазки «Литол-24» на ОАО «Завод горного воска» с целью сокращения вовлечения загустителя.

### **Анализ динамики производства пластичных смазок**

Анализ рынка производства пластичных смазок в России за период 2015-2019 года показал устойчивую тенденцию к увеличению выпуска данного вида нефтехимической продукции [7]. На рисунке 1 видно, что динамика роста объема производства пластичных смазок за 2019 год по сравнению с предыдущим годом составила более 50 % и в целом возрастает линейно.

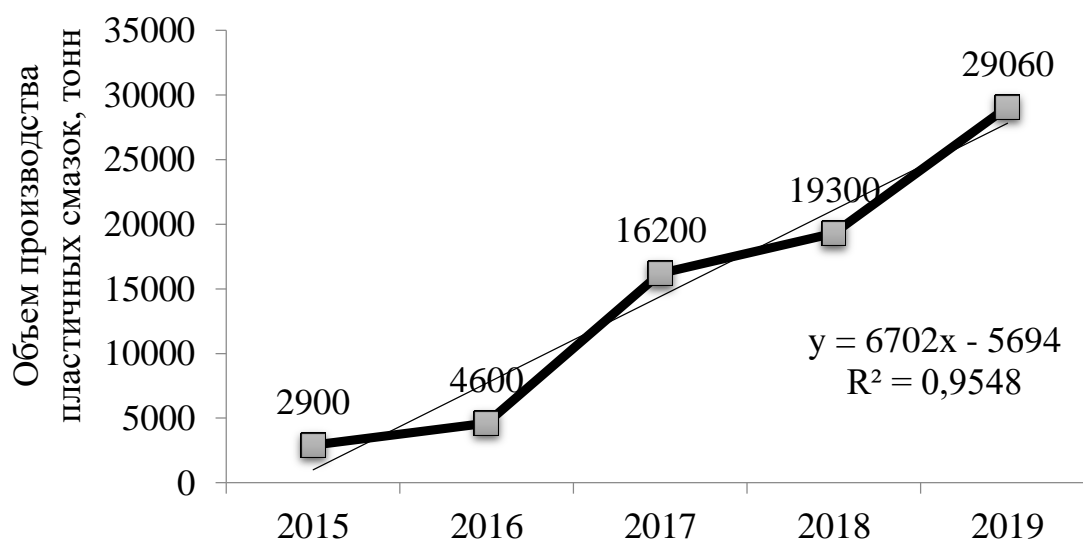


Рисунок 1 – Динамика роста объема производства пластичных смазок в России за 2015-2019 года, тонн

Рассмотренная закономерность обусловлена высоким спросом со стороны нефтеперерабатывающей, металлургической и автомобильной отраслей промышленности. В конечном итоге потребление смазочных материалов зависит от

множества экономических и технологических факторов. На рисунке 2 показано изменение структуры потребления смазочных материалов за 2015 – 2020 годы на территории СНГ.

В настоящее время большая доля от общего выпуска пластичных смазок приходится на долю литиевых, именно литиевые загустители получили наибольшую распространённость благодаря своей универсальности, простоте изготовления и многофункциональности.

Российский рынок смазочных материалов является проциклическим, с одной

стороны, экономический кризис, сложная эпидемиологическая ситуация, санкции западных стран оказывают на него негативное влияние, а с другой стороны, российские предприятия активно проводят политику импортозамещения, что положительно сказывается на спросе отечественных, в том числе белорусских смазочных материалов [8].

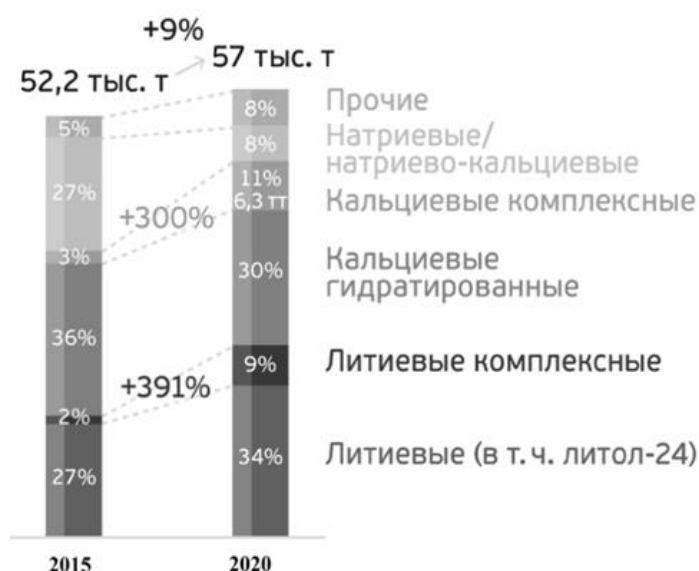


Рисунок 2 – Доля потребления литиевых смазок в общей структуре пластичных смазочных материалов

Качественные характеристики пластичных смазок в странах СНГ представлены двумя видами смазок: выпускаемых по ГОСТ и премиальными марками, производимыми по техническим условиям заводов-изготовителей. В течение последних лет общая динамика потребления смазок демонстрирует стабильный рост: с 2015 по 2020 годы спрос на смазки на рынке вырос на 9%, с 62,2 до 67 тыс. тонн. При этом потребление натриевых и натриево-кальциевых смазок снизилось с 27 до 8%, однако спрос на литиевые смазки вырос на более чем 300%, на кальциевые смазки – на 290%. При этом увеличивается сегмент производства смазок премиум-класса, выпускаемых не по ГОСТ для металлургического комплекса и горной промышленности, машиностроения и сферы обслуживания автотранспорта.

Вместе с тем, основными потребителями стандартизованных смазок являются железнодорожный транспорт и нефтегазовая промышленность. Несмотря на наличие с десятком современных аналогов смазка «Литол-24» остается востребованной благодаря большому опыту использования, высокому качеству, проверенным составам и доступному ценовому диапазону [1]. На рисунке 3 представлена стоимость смазки «Литол-24» различных производителей и его аналогов.

Анализ рынка литиевых пластичных смазок позволил установить, что наиболее высокая цена характерна для смазок производства MOBILUX и Shell. Наиболее доступный ценовой диапазон у производителей СНГ: Инвент Ойл (Россия), НПК Будмакс (Россия), Завод горного воска (Беларусь), Аксо (Беларусь).

Смазки на основе литиевого мыла обладают высокими водостойкими свойствами в отличие от натриевых

мыльных смазок. Они превосходят кальциевые мыльные смазки по высокотемпературным свойствам.

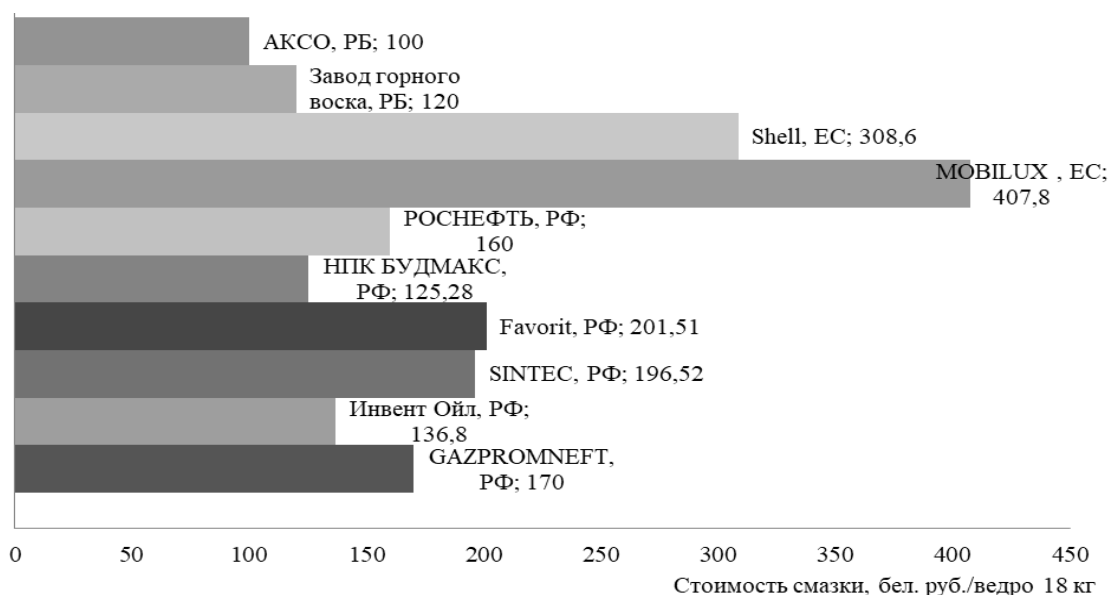


Рисунок 3 – Стоимость смазки «Литол-24» различных производителей и его аналогов

Также литиевые смазки имеют отличные механические свойства такие, как прокачиваемость и устойчивость к сдвигу. Загустители на основе гидроксида лития имеют ограниченную растворимость в воде (~10%), что определяет устойчивость при вымывании или впитывании водой.

Простые и комплексные литиевые смазки имеют хорошие маслоотделительные свойства, которые обеспечивают отличную смазывающую способность продукта и стабильность при хранении. В состоянии покоя литиевые смазки не выделяют много масла (дисперсионной среды), в то время как в зоне контакта данные смазки выделяют достаточное количество масла.

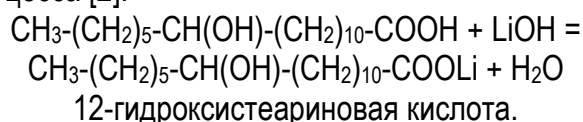
Также стоит отметить нетоксичность простых и комплексных литиевых смазок. В отличие от смазок на основе полимочевины, которые производятся с использованием токсичных изоцианатов и аминов, несмотря на то, что смазки на основе полимочевин имеют срок службы в 3 – 5 раз

превышающий срок службы литиевых смазок, их негативное влияние на живые организмы ограничивает их широкое распространение.

Несомненным достоинством литиевых смазок является их доступная цена. По данным *Vijay Desmukh* стоимость смазок, полученных из полимочевины, алюминиевого комплекса, комплекса сульфоната кальция минимум на 10% выше, чем стоимость комплексной литиевой смазки [3].

#### **Характеристика исходных компонентов и совершенствование технологии производства литиевой пластичной смазки «Литол-24»**

Смазка «Литол-24» изготавливается загущением смеси минеральных масел литиевыми мылами технической 12-гидроксистеариновой кислоты с добавлением присадок. Химическая реакция процесса [2]:



Литиевая соль 12-гидроксистеариновой кислоты (литиевое мыло).

В процессе производства литиевой пластичной смазки «Литол-24» на ОАО «Завод горного воска» в качестве дисперсионной среды используется масло индустриальное марки И-20А и экстракт нефтяной производства ОАО «Нафтан». Загуститель включает в себя гидроксид лития, 12-гидроксистеариновую кислоту и воду. Для

улучшения свойств пластичной смазки в нее добавляются такие присадки, как загущающая КП-20, а также антиокислительная Агидол-1.

Характеристика исходных компонентов сырьевой смеси для производства литиевой пластичной смазки «Литол-24» на ОАО «Завод горного воска» приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика исходных компонентов сырьевой смеси

Наименование сырья, материалов, полупродуктов	Наименование показателей, обязательных для контроля	Регламентируемые технические показатели с допустимыми отклонениями
Масло индустриальное марка И-20А	Кинематическая вязкость при 40°С, мм <sup>2</sup> /с Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup> Содержание воды	29-35  не более 890 следы
Гидроксид лития моногидрат (LiOH)	Массовая доля LiOH, %	не менее 56,5
12-гидроксистеариновая кислота (12-ГКС)	Кислотное число, мг КОН/г продукта Число омыления, мг	не менее 175  180-190
Присадка загущающая (полиизобутиленовый масляный концентрат) КП-20	Кинематическая вязкость при 100°С, мм <sup>2</sup> /с Массовая доля сульфатной золы, % Реакция, ΔpH, не менее	16,0-25,0  8,5-10,5  2,8
Присадка антиокислительная Агидол-1	Внешний вид  Содержание воды, %	Белый кристаллический порошок без посторонних примесей  Отсутствие
Экстракт нефтяной (ЭН)	Кинематическая вязкость при 100°С, мм <sup>2</sup> /с Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup> Содержание воды	10-25  960-990 следы

Получение пластичной смазки «Литол-24» начинается с приготовления водного раствора гидроксида лития. В реактор 3 подается расчетное количество воды, после чего в реактор небольшими порциями, при перемешивании мешалкой загружается предварительно взвешенное расчетное количество гидроксида лития. Содержимое реактора 3 перемешивают мешалкой при фактической температуре до полного растворения гидроксида лития.

В реактор 1 насосом подается расчетное количество масла индустриального марка И-20А (далее – масло И-20А) и 1/3 от части рассчитанного экстракта нефтяного. Далее из реактора 1 содержимое перекачивается в реактор 2. В реакторе 2 производят нагрев масла И-20А и экстракта нефтяного до температуры 80-90°С при перемешивании мешалкой. Далее в реактор 2 загружается 12-гидроксистеариновая кислота при перемешивании мешалкой.

При температуре 80-90°C и непрерывном перемешивании осуществляется плавление 12-гидро-ксистеариновой кислоты. Из реактора 3 мелкой струйкой подается водный раствор гидроксида лития в реактор 2 при перемешивании мешалкой. Затем производится нагрев реактора 2 до темпера-

туры 97-103°C при перемешивании мешалкой. При данной оптимальной температуре ведется процесс омыления в реакторе 2.

Блок-схема приготовления смазки «Литол-24» показана на рисунке 4.

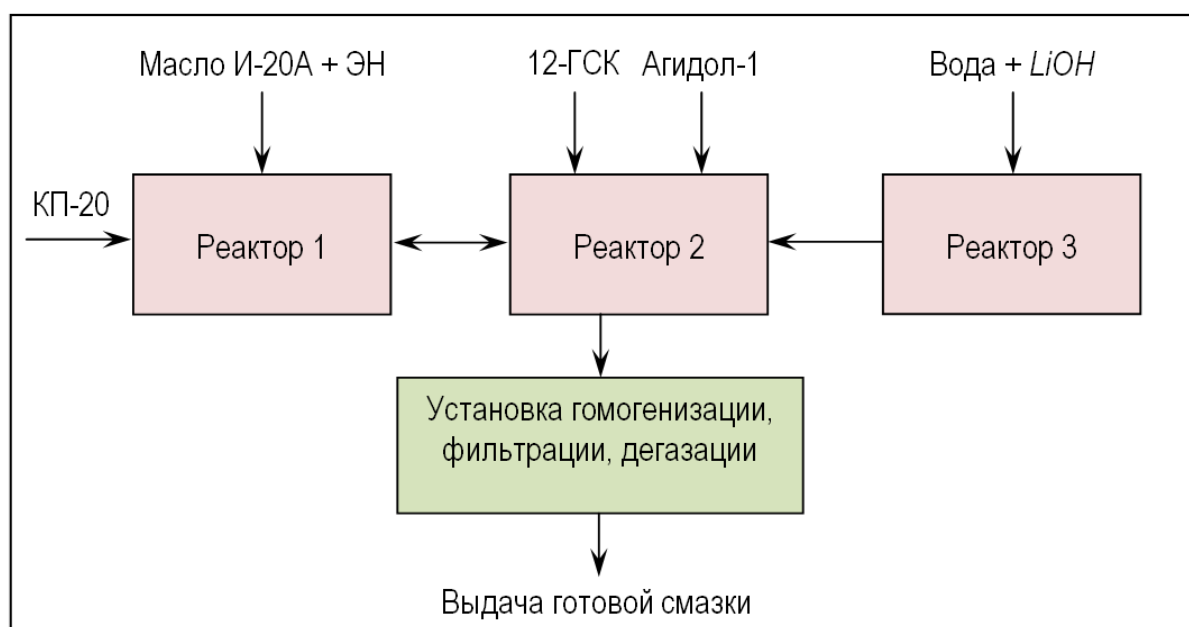


Рисунок 4 – Блок-схема приготовления пластичной смазки «Литол-24»

Во время проведения омыления в реактор 1 загружается оставшаяся часть экстракта нефтяного с одновременным нагревом до температуры 100-105°C при перемешивании мешалкой.

Далее при постоянном перемешивании мешалкой в реактор 1 загружается полиизобутиленовый масляный концентрат КП-20. Содержимое реактора 2 нагревается до температуры 110-120°C при перемешивании мешалкой, ведется процесс выпаривания воды. Далее из реактора 1 насосом подается содержимое в реактор 2. В реакторе 2 ведется процесс перемешивания.

Содержимое реактора 2 подается насосом в реактор 1 и начинается процесс термообработки. Содержимое реактора 1 нагревается путем прокачки через три электронагревателя. На первом этапе тем-

пература в электронагревателях составляет 150°C; на втором этапе температура в первом электронагревателе составляет 175°C, втором – 185°C, третьем – 195°C; на третьем этапе температура в первом электронагревателе составляет 180°C, втором – 190°C, третьем – 200°C. Температура в реакторе составляет 150°C.

Перед перекачкой реактор 2 разогревается до 150°C. Содержимое реактора 1 насосом подается в реактор 2 через электронагреватели.

Далее проводится процесс изотермической кристаллизации в реакторе 2. Смесь в реакторе 2 охлаждаются до температуры 150°C при постоянном перемешивании. При достижении заданной температуры реакционной смеси загружаются небольшими порциями антиокислительная присадка Агидол-1.

Содержимое реактора 2 охлаждается до температуры 100-120°C с одновременной перекачкой смеси из реактора 2 в реактор 1 и обратно из реактора 1 насосом в реактор 2 при перемешивании мешалками. Продолжение процесса охлаждения содержимого реактора 2 до температуры 80-90°C при перемешивании мешалкой.

Далее смесь прокачивается из реактора 2 насосом через установку гомогенизации, фильтрации и дегазации.

Гомогенизация является этапом механической обработки и связана с тем, что после охлаждения расплава пластичная смазка приобретает неоднородную структуру и высокую прочность. При механическом воздействии эта структура необрати-

мо разрушается, образуя новую структуру, которая при следующем разрушении способна многократно восстанавливаться, смазка тем самым приобретает тиксотропные свойства. Фильтрация необходима для удаления механических примесей из смазки. Дегазация используется для удаления воздуха, попадающего в смазку после гомогенизации.

В рамках данного исследования выполнен анализ технологического процесса производства литиевой пластичной смазки «Литол-24» на ОАО «Завод горного воска» с целью сокращения вовлечения загустителя, в таблице 2 приведено соотношение компонентов в действующем и предлагаемом процессах.

Таблица 2 – Процентное соотношение компонентов в действующем и предлагаемом процессах

Компонент смазки	Соотношение компонентов, % масс.	
	Действующий процесс	Предлагаемый процесс
Экстракт нефтяной	63,44	70,68
Масло промышленное марка И-20А	23,60	21,05
12-гидроксистеариновая кислота	10,35	6,69
Гидроксид лития моногидрат	1,51	0,98
Присадка загущающая КП-20	1,00	0,50
Антиокислительная присадка Агидол-1	0,10	0,10

### Заключение

Выполнен лабораторный анализ основного показателя качества пластичных смазок – пенетрации при температуре 25°C с перемешиванием. Значение для смазки «Литол-24», полученной по действующему соотношению, на производстве составило 223 мм<sup>-1</sup>, а по предлагаемому соотношению с пониженным содержанием загустителя – 235 мм<sup>-1</sup>, что в пределах нормы. Показатели качества смазки «Литол-24» с пониженным содержанием загустителя приведены в таблице 3.

Таким образом, понижение содержания загустителя за счет повышения содер-

жания экстракта нефтяного в литиевой пластичной смазке «Литол-24» при приготовлении на ОАО «Завод горного воска» позволит получать качественный продукт, соответствующий требованиям ГОСТ 21150-2017, но при этом дешевле по стоимости.

Увеличение объема вовлечения в производство пластичных смазок экстракта селективной очистки масел – побочного продукта нефтепереработки, в больших объемах используемого нерационально, как компонент котельного топлива, также снизит нагрузку на окружающую среду.

Таблица 3 – Основные показатели качества смазки «Литол-24» пониженным содержанием загустителя

Наименование показателя	Полученное значение	Значение по ГОСТ 21150-2017	Метод испытания
Внешний вид	Однородная мазь коричневого цвета	Однородная мазь от светло-желтого до коричневого цвета	По п.7.2 настоящего стандарта ГОСТ 21150-2017
Температура апплеадения, °С	185	185	По ГОСТ 6793
Пенетрация при температуре 25°С с перемешиванием, мм <sup>-1</sup>	235	220-250	По ГОСТ 5346 (метод В)
Предел прочности, Па при температуре: - 20°С - 80°С, не менее	800 220	500-1000 200	По ГОСТ 7143 (метод Б)
Коллоидная стабильность, % выделенного масла, не более	11	12	По ГОСТ 7142
Коррозионное воздействие на металлы	выдерживает	выдерживает	По ГОСТ 9.080 с дополнением по 7.3 настоящего стандарта
Испаряемость при температуре 120°С, %, не более	5,5	6	По ГОСТ 9566
Массовая доля свободной щелочи в пересчете на NaOH, %, не более	0,09	0,1	По ГОСТ 6707
Содержание воды	отсутствие	отсутствие	По ГОСТ 2477 с дополнением по 7.4 настоящего стандарта
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,015	0,03	По ГОСТ 6479 с дополнением по 7.5 настоящего стандарта

#### Библиографический список

1. Агабеков В.Е., Косяков В.К. Нефть и газ. Технология и продукты переработки. Ростов н/Д: Феникс, 2014. 458 с.
2. Гапонова А. Влияние структуры и размеров наноэлементов мыльного каркаса литиевых смазок на их реологические свойства: дисс. на соискание степени магистра / Гапонова А. М., 2011. 58 с.
3. Kemble A. Evaluation of industrial bearing grease performance// Eurogrease. 1998. July-August. P. 10-25.
4. Ищук Ю.Л., Чердниченко Г.И. Производство и применение пластичных смазок и перспективы их развития: сборник докладов II всесоюзной научно-практической конференции, Бердянск. Киев: Наукова думка, 1975. 178 с.
5. Любинин И.А. Состояние и перспективы производства пластичных смазок в России и странах СНГ // Химия и технология топлив и масел. 2012. № 1. С. 3-6.
6. Обзор рынка пластичных смазок в России 2001-2020 гг., 4 изд. / отчет. М.: ООО «Исследовательская группа «Инфолайн», 2011. 208 с.



7. Объем производства пластичных смазок в России: [Электронный ресурс]. М., 2022 // URL: <https://tebiz.ru/obem-proizvodstva-plastichnykh-smazok-v-rossii-vyros-na-50>. (Дата обращения: 12.03.2022).

8. Пластичная релокация. Сибирская нефть онлайн-журнал. [Электронный ресурс]. М., 2021 // URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2015-july-august/1108593/>. (Дата обращения: 19.03.2022).

9. Погодаев Л.И., Кузьмин В.И., Петров В.М. Новый пластичный материал // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2006. № 6. С. 34-48.

10. Покровская С.В., Ощепкова Н.В., Булавка Ю.А. Пластичные смазки на основе низкомолекулярного полиэтилена завода «Полимир» ОАО «Нафтан» // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. В: Промышленность. Прикладные науки. 2009. № 8. С.173-176.

11. Покровская С.В., Булавка Ю.А., Богданович А.И., Зубова А.В. Применение регенерированного отработанного моторного масла и органического отгона шлама в производстве мыльных и углеводородных пластичных смазок // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. В: Промышленность. Прикладные науки. 2012. № 11. С.104-108.

### **Referenses**

1. Agabekov V.E., Kosyakov V.K. Neft' i gaz. Tekhnologiya i produkty pererabotki. Rostov n/D: Feniks, 2014. 458 s.

2. Gaponova A. Vliyaniye struktury i razmerov nanelementov myl'nogo karkasa litievykh smazok na ih reologicheskiye svoystva: diss. na soiskaniye stepeni magistra / Gaponova A. M., 2011. 58 s.

3. Kemble A. Evaluation of industrial bearing grease performance// Eurogrease. 1998. July-August. P. 10-25.

4. Ishchuk Yu.L., Cherednichenko G.I. Proizvodstvo i primeneniye plastichnykh smazok i perspektivy ih razvitiya: sbornik dokladov II vsesoyuznoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Berdyansk. Kiev: Naukova dumka, 1975. 178 s.

5. Lyubinin I.A. Sostoyaniye i perspektivy proizvodstva plastichnykh smazok v Rossii i stranah SNG // Himiya i tekhnologiya topliv i masel. 2012. № 1. S. 3-6.

6. Obzor rynka plastichnykh smazok v Rossii 2001-2020 gg., 4 izd. / otchet. M.: OOO «Issledovatel'skaya gruppa «Infomajn», 2011. 208 s.

7. Ob'em proizvodstva plastichnykh smazok v Rossii: [Elektronnyy resurs]. M., 2022 // URL: <https://tebiz.ru/obem-proizvodstva-plastichnykh-smazok-v-rossii-vyros-na-50>. (Data obrashcheniya: 12.03.2022).

8. Plastichnaya relokatsiya. Sibirskaya neft' onlajn-zhurnal. [Elektronnyy resurs]. M., 2021 // URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2015-july-august/1108593/>. (Data obrashcheniya: 19.03.2022).

9. Pogodaev L.I., Kuz'min V.I., Petrov V.M. Novyy plastichnyy material // Treniye i smazka v mashinakh i mekhanizmakh. 2006. № 6. S. 34-48.

10. Pokrovskaya S.V., Oshchepkova N.V., Bulavka Yu.A. Plastichnyye smazki na osnove nizkomolekulyarnogo polietilena zavoda «Polimir» ОАО «Нафтан» // Vestnik Polockogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. B: Promyshlennost'. Prikladnyye nauki. 2009. № 8. S.173-176.

11. Pokrovskaya S.V., Bulavka Yu.A., Bogdanovich A.I., Zubova A.V. Primeneniye regenerirovannogo otrabotannogo motornogo masla i organicheskogo otgona shlama v proizvodstve myl'nykh i uglevodorodnykh plastichnykh smazok // Vestnik Polockogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. B: Promyshlennost'. Prikladnyye nauki. 2012. № 11. S.104-108.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов*

*The authors declare no conflicts of interests.*

*Дата поступления в редакцию / Received 03.09.2022*

---

**Сведения об авторах**  
**List of Authors**

---

*Юлия Анатольевна Булавка* – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и оборудования переработки нефти и газа Полоцкого государственного университета.

*Yuliya Bulavka* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technologies and Instruments for Oil and Gas Processing, Polotsk State University.

*Анна Эдуардовна Кузман* – магистрант Полоцкого государственного университета.

*Anna Kuzman* – Master's Student, Polotsk State University.

Ссылка для цитирования: *Булавка Ю.А., Кузман А.Э.* Совершенствование технологии производства литиевой пластичной смазки «Литол-24» // Научные исследования: итоги и перспективы. 2022. Т. 3, № 3. С. 18 - 27. doi: 10.21822/2713-220X-2022-3-3-18-27.

For citation: *Bulavka Yu.A., Kuzman A.E.* Improving the technology for the production of lithium grease "Litol-24" // Scientific researches: results and prospects. 2022. Vol. 3, No. 3. P. 18 - 27. (in Russ.). doi: 10.21822/2713-220X-2021-3-3-18-27.