

5-7-2021

OBTAINING THE OPTIMAL COMPOSITION OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY MOTOR OILS FOR AGRICULTURAL

S. Kh. Ganieva

Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic Uzbekistan, Tashkent

B. N. Khamidov

Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic Uzbekistan, Tashkent

M. M. Mirzaeva

Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic Uzbekistan, Tashkent

B. A. Smanov

Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic Uzbekistan, Tashkent

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi>

Recommended Citation

Ganieva, S. Kh.; Khamidov, B. N.; Mirzaeva, M. M.; and Smanov, B. A. (2021) "OBTAINING THE OPTIMAL COMPOSITION OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY MOTOR OILS FOR AGRICULTURAL," *Scientific-technical journal*: Vol. 4 : Iss. 2 , Article 6.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol4/iss2/6>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific-technical journal by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

УДК 665.765

OBTAINING THE OPTIMAL COMPOSITION OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY MOTOR OILS FOR AGRICULTURAL

Ganieva S.Kh., Khamidov B.N., Mirzaeva M.M., Smanov B.A.

Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic
Uzbekistan, Tashkent

ПОЛУЧЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Ганиева С.Х., Хамидов Б.Н., Мирзаева М.М., Сманов Б.А.

Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики
Узбекистан, г. Ташкент

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ ТЕХНИКАСИ УЧУН ЭКОЛОГИК ТОЗА МОТОР МОЙЛАРИНИНГ ОПТИМАЛ ТАРКИБИНИ ОЛИШ

Ганиева С.Х., Хамидов Б.Н., Мирзаева М.М., Сманов Б.А.

Фанлар Академиясининг Умумий ва ноорганик кимё институти
Ўзбекистон Республикаси, Тошкент

Abstract: Basic vegetable oils, a package of additives to them have been substantiated and selected, and the optimal composition of environmentally friendly motor oils for agricultural machinery has been obtained. The developed biodegradable lubricating composition based on safflower or corn oils with the addition of a complex of additives: 2.5-3.5% of the K-61 thickening additive, 2.5-3.5% of the K-110 depressant additive, 0-5% of the SCO additive (sulphurized cottonseed oil), 0-2% castor oil, 0.02% antifoam additive PMS-200A, ensures its effective use in a wider temperature range (-25 - + 242°C) while ensuring reliable operation of friction units of various machines and mechanisms as well as replacing environmentally and hygienically hazardous lubricating oils in many industries.

Key words: vegetable oils; biodegradable lubricant; additives; ecology; physical and chemical characteristics; tocopherols.

Аннотация: Обоснованы и выбраны базовые растительные масла, пакет присадок к ним и получен оптимальный состав экологически чистых моторных масел для сельскохозяйственной техники. Разработанная биоразлагаемая смазочная композиция на основе сафлорового или кукурузного масел с добавлением комплекса присадок: 2,5-3,5% загущающей присадки К-61, 2,5-3,5% депрессорной присадки К-110, 0-5% присадки ОХМ (осерненное хлопковое масло), 0-2% касторового масла, 0,02% противопенной присадки ПМС-200А, обеспечивает эффективное её использование в более широком диапазоне температур (-25 – +242°C) при обеспечении надежной работы узлов трения различных машин и механизмов, а также позволяет заменить экологически и гигиенически опасные смазочные масла во многих отраслях промышленности.

Ключевые слова: растительные масла; биоразлагаемый смазочный материал; присадки; экология; физико-химические характеристики; токоферолы.

Annotasiya: Asosiy o'simlik moylari, ularga qo'shimchalar to'plami asoslanib tanlandi va qishloq xo'jaligi texnikasi uchun ekologik toza motor moylarining optimal tarkibi olindi. Qo'shimchalar kompleksi qo'shilgan asplor yoki makkajo'xori moylari asosida ishlab chiqilgan biologik, parchalanadigan moy tarkibi: K-61 qalinlashtiruvchi qo'shimchasining 2,5-3,5%, K-110 depressant qo'shimchasining 2,5-3,5%, 0-5% O'PY qo'shimchasi (oltingugurtlangan paxta

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

yog'i), 0-2% kastor yog'i, 0,02% ko'pikka qarshi ko'pikli PMS-200A qo'shimchalari har xil ishqalanish bo'linmalarining ishonchli ishlashini ta'minlagan holda, undan kengroq harorat oraliq'ida (-25 - + 242°C) samarali foydalanishni ta'minlaydi. mashinalar va mexanizmlar, shuningdek, ko'plab sohalarda ekologik va gigienik jihatdan xavfli moylash moylarini almashtirish.

Kalit so'zlar: o'simlik moylari; biologik parchalanadigan moylash materiallari; qo'shimchalar; ekologiya; fizikaviy va kimyoviy xususiyatlar; tokoferol.

Введение. В настоящее время во всем мире развитие техносферы, как известно, тесно связано с интенсификацией применения смазочных материалов, получаемого из природного и синтетического сырья, которые заметно влияют на экосистемы как в период эксплуатации машин и механизмов, так и в процессе утилизации. Смазочные материалы, как товарные, так и отработанные, представляют существенную экологическую опасность. Одним из таких приоритетных направлений решения проблемы энерго- и ресурсосбережения является поиск и использование заменителей ископаемого сырья альтернативными моторными маслами из экологически чистого сырья растительного происхождения. Справедливость такого выбора подтверждается высокой динамикой мирового рынка и значительным увеличением технического использования растительных масел. Поэтому разработка экологически чистых моторных масел на растительной основе является актуальной задачей, с точки зрения экологии и охраны окружающей среды.

В мировом масштабе научное обоснование вопросов экологической безопасности смазочных материалов включает следующие направления: разработка новых композиций биоразлагаемых смазочных материалов (БСМ), биосовместимых с окружающей средой, путем компаундирования местных растительных масел и различных функциональных присадок; разработка оптимальных условий для процесса получения моторных масел, отвечающих современным требованиям, экономия дефицитного нефтяного масла, возобновляемость растительного сырья и сравнительная экологическая чистота продуктов сгорания.

В республике достигнуты научные и практические результаты по созданию и применению технологии получения моторных масел с улучшенными свойствами на основе местного нефтяного сырья. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан предусмотрены задачи по предотвращению экологических проблем, наносящих урон состоянию окружающей среды, здоровью и генофонду населения" [1]. При этом важную роль играет разработка новых биоразлагаемых смазочных материалов на основе кукурузного и сафлорового масел, превосходящих по эксплуатационным свойствам существующие нефтесодержащие и синтетические аналоги, не оказывающие негативное влияние на обменные процессы в биосфере и живые организмы.

Поэтому целью данной работы явилось обосновать и выбрать базовые растительные масла, пакет присадок к ним и получить оптимальный состав экологически чистых моторных масел для сельскохозяйственной технике.

Материалы и методики исследования. Объекты исследования, использовались растительные масла: кукурузное, сафлоровое, касторовое; моторное масло М-8Г₂ производства ФНПЗ, функциональные присадки К-61, К-110, ПМС-200А, осерненное масло.

Проведен анализ физико-химических показателей и жирно кислотного состава различных растительных масел АО «Тошкент ёғ-мой комбинати», таких как сафлоровое, касторовое и кукурузное - производимого Ташкентским крахмалопаточным заводом компании «Golden Corn», для создания новых композиций получения биоразлагаемых смазочных масел, заменяющие нефтяные масла, которые имеют кинематическую вязкость при 100°C в пределах 7,0-9,0 мм²/с.

При проведении нами исследовательских работ были использованы классические и современные методы исследования, позволяющие определить физические, физико-

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

химические характеристики, функциональный состав, изучить процессы, протекающие в исходном масле и добавляемых присадках, находить химические составы, структуру, химическую природу и их стабильность [2,3].

Результаты исследования и обсуждение. Результаты анализов физико-химических характеристик свидетельствуют о соответствии кукурузного, солярового масел требованиям, предъявляемым к растительным маслам согласно ГОСТам, и приведены в таблице 1.

Таблица 1

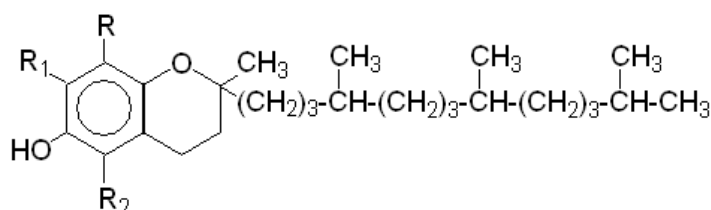
Физико-химические показатели растительных масел

№	Показатель	Растительные масла					
		Кукурузное масло	ГОСТ 8808-2000	Касторовое масло	ГОСТ 6757-1996	Сафлоровое масло	ГОСТ 21314-2000
1	Массовая доля влаги и летучих веществ, %	0,1	Не более 0,1	0,24	Не более 0,30	0,40	Не более 0,40
2	Кислотное число, мг КОН/г	0,30	Не более 0,35	4,70	Не более 5,0	1,80	Не более 2,60
3	Йодное число, мг/100 г	132,46	111-133	68	60-78	125	115-155
4	Вязкость кинематическая, мм ² /с, при 100°С	6,24	-	19,88	-	5,82	-
5	Показатель преломления	1,475	1,473-1,476	1,479	1,475-1,480	1,474	1,473-1,476

По результатам таблицы 1 видно, что сафлоровое и кукурузное масло, как правило, отвечает основным требованиям, предъявляемым к базовым маслам. Кукурузное масло обладает хорошими вязкостными и низкотемпературными характеристиками. Оно не уступает нефтяному маслу по деэмульгирующей и деаэрационной способности, а по склонности к пенообразованию, антикоррозионным и противоизносным свойствам значительно его превосходит. По смазочным свойствам кукурузное масло превосходит также и такие растительные масла, как хлопковое, оливковое, подсолнечное и арахисовое [4].

По химическому составу растительные масла представляют собой триглицериды – полные сложные эфиры глицерина и одноосновных карбоновых кислот, как насыщенных, так и ненасыщенных. В маслах всегда присутствуют свободные кислоты, мыла, фосфатиды, витамины и красящие вещества.

Растительные масла богаты токоферолами (спирты сложного состава, содержащиеся во многих растительных маслах) (табл. 2). Важнейшей химической особенностью токоферолов является их способность тормозить радикальные реакции [5]. Общая формула токоферолов:



Токоферолы являются природными антиокислителями поддерживающие стабильность растительных масел. Установлено, что γ - токоферол является более устойчивым антиокислителем, чем α - форма, и в его присутствии происходит образование веществ,

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

также обладающих антиокислительным действием. Наиболее сильно действует δ - токоферол. В табл. 2 показано содержание токоферолов в ряде растительных масел.

Таблица 2

Содержание токоферолов в ряде растительных масел

№	Растительные масла	Общее содержание, млн ⁻¹	Изомеры токоферолов, % от общего содержания		
			α	γ	δ
1	сафлоровое	100-240	10,0	75,0	-
2	соевое	90-280	13,5	59,0	27,5
3	кукурузное	100-250	11,0	89,0	-
4	хлопковое	80-100	58,0	42,0	-
5	подсолнечное	Около 70	92,0	-	-

Кукурузное масло является превосходным источником эссенциальных жирных кислот, их содержание обычно превышает 60%. Основная их часть представлена линолевой кислотой $C_{17}H_{31}COOH$ и менее 1,5% приходится на линоленовую $C_{17}H_{29}COOH$. Несмотря на такой высокий уровень неопределенности, кукурузное масло имеет хорошую окислительную стабильность органолептических показателей, частично благодаря неслучайному распределению жирных кислот в триглицеридах. Было выявлено, что в триглицеридах кукурузного масла 98% жирных кислот, находящихся в положении sn^{-2} , являются ненасыщенными, оставляя таким образом внешние sn^{-1} и sn^{-3} положения для насыщенных и оставшихся ненасыщенных кислот. Поскольку внешние положения триглицеридов более реакционноспособны, полиненасыщенные жирные кислоты в положении sn^{-2} имеют определенную защиту от окисления. В число сопутствующих компонентов также входят неомыляемые липиды, прежде всего углеводороды терпенового ряда и их кислородосодержащие производные (спирты, простые эфиры, кетоны). В их составе и витамины (E, A, F, B₁, PP, лецитин). Токоферолы, в частности, витамин E, способны тормозить радикальные процессы, в силу чего они являются природными антиоксидантами. Отметим, что наибольшим антиокислительным действием обладают γ и δ -токоферолы, наименьшим - α -токоферолы. Именно кукурузное масло – рекордсмен по содержанию витамина E и γ -токоферолов.

Таким образом, доминирующим компонентом в кукурузном и сафлоровом масле является линолевая кислота, содержание которой составило 60,0 % и 78,5 % соответственно, влияющая на реологические свойства смазывающих материалов, определяющиеся молекулярной массой и степенью ненасыщенности молекул триглицеридов. Основными преимуществами касторового масла являются обладание вязкостно-температурными характеристиками, которое могут использоваться в качестве вязкостных и противоизносных добавок к растительным маслам. По таким показателям как кислотность, кинематическая вязкость и показатель преломления эти масла перспективно в плане научного обоснования использовать в качестве моторного масла для сельскохозяйственной техники [6].

Смазочные композиции на основе растительного сафлорового и кукурузного масел, содержащая вязкостную K-61, депрессорную K-110, противопенную ПМС-200А присадки, отличаются тем, что дополнительно содержат противозадирную присадку ОХМ (осерненное хлопковое масло), а в качестве загущающей присадки содержат касторовое масло.

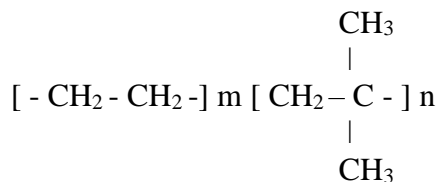
Нами были составлены две композиции биоразлагаемых смазочных материалов, на основе сафлорового и кукурузного масел. Эксплуатационные свойства полученной основы не соответствуют необходимым требованиям, предъявляемым к смазочным материалам, по одному из самых важных показателей, кинематической вязкости – 5,46 мм²/с при 100°С, при требуемых 8,0±0,5 мм²/с по ГОСТ 8581-78, поэтому необходимо введение комплекса

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

присадок.

Моторные масла должны обеспечивать работоспособность механизмов в широком интервале температур. Чтобы предотвратить резкое изменение вязкости при изменении температуры и повысить прокачиваемость масел при низких температурах, а также индекс вязкости нами были введена вязкостная присадка К-61 (гранулированный сополимер этилена с пропиленом), в количестве 2,5-3,5%. Загущающая присадка К-61 к маслам и смазкам ТУ 0257-014-40065452-09, гранулированный сополимер этилена с пропиленом, предназначена для повышения вязкости и индекса вязкости минеральных, полусинтетических и синтетических масел, представляет собой каучукообразную массу от телесного до светло-коричневого цвета (табл.3).

Она состоит из нескольких структурных звеньев:



Молекулярная масса сополимеров составляет 10000 - 80000. От соотношения этилена и пропилена зависит их растворимость в маслах. Соплимеры этилена с пропиленом обладают высокой загущающей способностью и термической стабильностью [5].

Таблица 3

Характеристика вязкостной присадки К-61

№	Показатели	Значение
1	Внешний вид	Прозрачная вязкая жидкость
2	Молекулярная масса активного вещества	10000 - 80000
3	Температура вспышки в открытом тигле, не ниже	150
4	Вязкость кинематическая при 40 °С, мм ² /с	250-1000
5	Содержание, %: активного вещества, не менее нерастворимых в толуоле примесей, не более	≥ 65 -
6	Растворимость в масле	Полная

Таблица 4

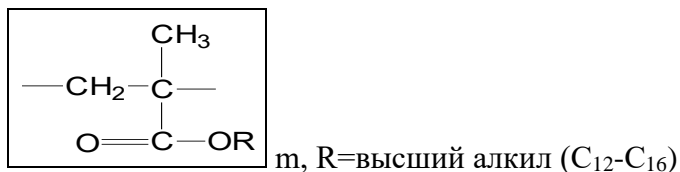
Характеристика депрессорной присадки К-110

№	Показатели	Значение
1	Внешний вид	Прозрачная вязкая жидкость
2	Температура застывания масла, °С	не выше -40
3	Температура вспышки в открытом тигле, не ниже	165
4	Вязкость кинематическая при 40 °С, мм ² /с	2000-5000
5	Содержание, %: активного вещества, не менее нерастворимых в толуоле примесей, не более	60 0,05
6	Растворимость в масле	Полная
7	Цвет на калориметре ЦНТ, в ед. ЦНТ, не более	2,5

Для понижения температуры застывания растительного масла вводили депрессорные присадки, действие которых заключается в подавлении процесса образования в масле кристаллических сеток при снижении температуры, в результате чего смазочное масло сохраняет свою подвижность. В качестве депрессорной присадки использовали депрессатор К-110 (табл.4), которую вводили в количестве 2,5-3,5%. Присадка К-110 представляет собой

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

полимер эфира метакриловой кислоты, полностью растворяется в масле, должна изготавливаться в соответствии требований технических условий ТУ 0257-037-40065452-03 по технологии и из компонентов, которые применялись при изготовлении образцов присадки, прошедшего испытания с положительными результатами и допущенного к применению в установленном порядке, так температура застывания масла И-20А, содержащего 0,3% присадки К-110 не должна быть выше минус 38°С.



Кроме того эти присадки повышают индекс вязкости, загущают масла и хорошо совместимы с присадками других назначений (ВНИИ НП-360, 354 и др.) в моторных маслах.

При производстве товарных моторных, трансмиссионных масел используют противопенные присадки, поэтому с целью снижения пенообразования в смазочную композицию добавляли присадку ПМС-200А (ОСТ 6-02-20-79) в концентрации 0,2% (табл. 5).

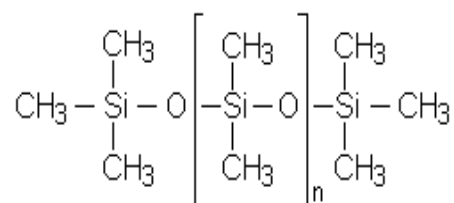
Таблица 5

Характеристика антипенной присадки ПМС-200А

№	Показатель	Норма
1	Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² /с	150-400
2	Плотность при 20 °С, г / см ³	0,98
3	Температура вспышки, °С	> 255
4	Температура застывания, °С	Ниже -60
5	Пенагасящая способность	Выдерживает испытания
6	Диэлектрическая константа при 25°С и 10 ² -10 ⁶ Гц	2,8
7	Тангенс угла диэлектрических потерь при 25°С и 10 ² -10 ⁶ Гц	0,0001
8	Поверхностное натяжение при 25°С, мН/м	20,4
9	Массовая доля Si, %	36-39

Присадка ПМС-200А представляет собой, полидиметилсилоксановую жидкость, состоящую из смеси полимеров линейной и циклической структуры. Полиметилсилоксановая жидкость предназначена для использования в качестве пеногасящей присадки к нефтяным маслам, в машинных (моторные и трансмиссионные) маслах снижает пенообразование, не изменяя смазывающих свойств, структурная формула представлена ниже.

Кремнийорганические полимеры получают многими способами, важнейшим из которых является частичный гидролиз органохлорсиланов с последующей поликонденсацией или полимеризацией получаемых нестойких гидроксильных производных [5].



В качестве антифрикционной, противозадирной присадки в смазывающую композицию вводили, в виде 1%-ного концентрата, присадку (ОХМ) осернённое хлопковое масло в количестве – 5%. (ОХМ) осернённое хлопковое масло присадка изготавливалась

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

Таблица 6

Сравнительные физико-химические характеристики смазочных масел на основе растительного сырья с минеральным маслом М-8Г₂

№	Наименование показателей	Образец №1 Сафлоровое масло	Образец №2 Кукурузное масло	Минеральное масло М-8Г ₂	Метод испытаний
1	Вязкость кинематическая, мм ² /с, при 100°С, при 40°С	9,6 30,84	9,8 43,5	8,05 -	По ГОСТ 31391-2009
2	Индекс вязкости, не менее	168	160	85	По ГОСТ 25371-97
3	Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С, не ниже	242	234	200	По ГОСТ 4333-87 или по ГОСТ 12.1.044-89
4	Щелочное число, мг КОН/г масла, не менее	0,065	0,085	6,0	По ГОСТ 11362-96
5	Кислотное число, мг КОН на 1г. масла	3,37	0,35	-	ГОСТ 5985
6	Температура застывания, °С, не выше	-25	-24	-25	По ГОСТ 20287-91
7	Цвет на колориметре ЦНТ с разбавлением в соотношении 15:85, единицы ЦНТ, не более	0,5	0,7	4,5	По ГОСТ 20284-74
8	Плотность при 20°С, г/см ³ , не более	914	920	905	По ГОСТ 3900-85
9	Цвет на колориметре ЦНТ, ед. ЦНТ	2,0	2,3	-	По ГОСТ 20284-74

в лабораторных условиях компаундированием элементарной серы с хлопковым маслом при температуре 110-120°С. В составе присадки использовались: 1.) Масло хлопковое рафинированное изготавливаемое по ГОСТ 1128-75 2.) Сера техническая ГОСТ 127.1-93 с содержанием серы не менее 99,20 масс.

Кроме товарной вязкостной присадки К-61, в образец смазочной композиции с кукурузным маслом вводили в качестве загущающей присадки техническое касторовое масло ГОСТ 6757-96, в количестве – 2%. Данное решение исходило из-за нецелесообразности дальнейшего повышения концентрации (2,5%) присадки К-61 в целевой смазочной композиции для доведения параметров кинематической вязкости до требуемых ГОСТом, ввиду экономической составляющей. Следует отметить, что потребность введения касторового масла выражена тем, что оно являясь продуктом растительного природного происхождения обладает отличными биоразлагаемыми свойствами и физико-химическими характеристиками, в частности кинематическая вязкость при 54,4 °С составляет 98-130 мм²/с.

Приготовленные образцы масел анализировались на основные показатели качества.

Сравнительные физико-химические показатели образцов биоразлагаемых смазочных композиций масел представлены в таблице 6.

В результате проведенных сравнительных испытаний образцов биоразлагаемых смазочных композиций с минеральным маслом М-8Г₂ были получены положительные результаты по основным физико-химическим показателям: кинематическая вязкость, индекс

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

вязкости, температура застывания, температура вспышки в открытом тигле и показателя цветности на колориметре. Установлено, что биоразлагаемые смазочные композиции по сравнению с минеральным маслом М-8Г₂, обладают высокими вязкостно-температурными характеристиками, более высокой кинематической вязкостью при 100°C – 9,6 мм²/с, более высоким индексом вязкости – 168 и более высокой температурой вспышки – 242°C, и соответствуют требованиям, предъявляемым к минеральным маслам.

Заключение. Таким образом, разработанная биоразлагаемая смазочная композиция на основе сафлорового или кукурузного масел с добавлением комплекса присадок: 2,5-3,5% загущающей присадки К-61, 2,5-3,5% депрессорной присадки К-110, 0-5% присадки ОХМ (осерненное хлопковое масло), 0-2% касторового масла, 0,02% противопенной присадки ПМС-200А, обеспечивает эффективное её использование в более широком диапазоне температур (-25 – +242°C) при обеспечении надежной работы узлов трения различных машин и механизмов, а также позволяет заменить экологически и гигиенически опасные смазки во многих отраслях промышленности.

References

- [1]. Ukaz Prezidenta Respubliki Uzbekistan № PP-4947 ot 7 fevralya 2017 goda «O strategii deystviy po dalneysheму razvitiyu Respubliki Uzbekistan na 2017-2021 gody».
- [2]. Nefteprodukti. Metodi ispitaniy. M.: Standartgiz, 1966. 400s.
- [3]. Ximiya nefti. Prakticheskoe rukovodstvo. L.: Ximiya, 1990. 254s.
- [4]. Texnika i texnologii proizvodstva i pererabotki rastitelnix masel: Uchebnoe posobie dlya stud. vissh. ucheb. zavedeniy / Nagornov S.A., Dvoretzkiy D.S., Romantsova S.V., Tarov V.P.: T.: Izd. GOU VPO TGTU, 2010. 53s.
- [5]. Prisdki k toplivam i smazochnim materialam: Uchebnoe posobie dlya stud. vissh. ucheb. zavedeniy. / V.A.Dorogochinskaya, A.M.Danilov, B.P.Tonkonogov. M.: Izd. tsentr RGU nefti i gaza (NIU) imeni I.M. Gubkina, 2017. 296s.
- [6]. Ganieva S.X., Xamidov B.N. Rastitelnie masla, kak bolee chistaya i vozobnovlyaemaya alternativa motornim maslam // Razvitie nauki i texnologiy. 2020. №3. S. 45-51.