

6-10-2019

PROSPECTS FOR THE USE OF VEGETABLE OILS AS LUBRICANTS AND FUELS

B N. Khamidov

*Institute of general and inorganic chemistry of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
authors@ferpi.uz*

B. Kh. Ubaidullaev

Institute of general and inorganic chemistry of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

M. M. Mirzaeva

Institute of general and inorganic chemistry of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

S. Kh. Ganieva

Institute of general and inorganic chemistry of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

B. M. Smanov

Institute of general and inorganic chemistry of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

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

Recommended Citation

Khamidov, B N.; Ubaidullaev, B. Kh.; Mirzaeva, M. M.; Ganieva, S. Kh.; and Smanov, B. M. (2019) "PROSPECTS FOR THE USE OF VEGETABLE OILS AS LUBRICANTS AND FUELS," *Scientific-technical journal*: Vol. 23 : Iss. 2 , Article 7.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol23/iss2/7>

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.

УДК 665 5.521.7

PROSPECTS FOR THE USE OF VEGETABLE OILS AS LUBRICANTS AND FUELS**B.N. Khamidov, B.Kh. Ubaidullaev, M.M. Mirzaeva, S.Kh. Ganieva, B.A. Smanov**

Institute of general and inorganic chemistry of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАСЕЛ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТОПЛИВ**Б.Н. Хамидов, Б.Х. Убайдуллаев, М.М. Мирзаева, С.Х. Ганиева, Б.А. Сманов**

Институт общей и неорганической химии АН РУз, г. Ташкент

ЎСИМЛИК МОЙЛАРИНИ ЁҒЛАР ВА ЁҚИЛҒИ СИФАТИДА ФОЙДАЛАНИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ**Б.Н. Хамидов, Б.Х. Убайдуллаев, М.М. Мирзаева, С.Х. Ганиева, Б.А. Сманов**

ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти

Abstract. *The article presents data on the study of vegetable oils (castor, cotton and rapeseed) for use as an additive to lubricants. It is revealed that rapeseed oil has good viscosity, low-temperature properties and high wear resistant characteristics. It was determined that, when using vegetable oils as lubricants, not only their high biodegradability and lack of environmental toxicity, but also the technical characteristics that determine the suitability of the application is important.*

Keywords: vegetable oils, ecology, atmosphere, carbon dioxide, biosphere, lubricants, biodegradability.

Аннотация. *В статье приводятся данные по исследованию растительных масел (касторовое, хлопковое, рапсовое) для использования их в качестве добавки к смазочным материалам. Выявлено, что рапсовое масло отличается хорошими вязкостными, низкотемпературными свойствами и обладает высокими противозносными характеристиками. Определено, что при использовании растительных масел в качестве смазочных материалов важны не только их высокая биоразлагаемость и отсутствие эко токсичности, но и технические характеристики, определяющие пригодность применения.*

Ключевые слова: растительные масла, экология, атмосфера, диоксид углерода, биосфера, смазочные материалы, биоразлагаемость.

Аннотация. *Мақолада ёғлар учун кўшимча модда сифатида фойдаланиш учун ўсимлик мойларини (кастор, пахта, колза) ўрганиш бўйича малумотлар келтирилган. Колза ёғи яхши йопишқоқ, паст ҳарорат хусусиятларга эга ва юқори ейишлига қарши хусусиятларга эга эканлиги аниқланди. Ёғ сифатида ўсимлик мойларини ишлатганда, нафақат уларнинг юқори биологик парчаланиш ва экотоксиклиги, балки ишлатиш яроқлилиқ даражасини аниқлайдиган техник хусусиятлар ҳам муҳим аҳамиятга эга.*

Таянч сўзлар: ўсимлик мойлари, экология, атмосфера, углерод диоксида, биосфера, ёғлар, биопарчаланиш.

Важнейшим стимулом к расширению технического использования жирового сырья является ужесточение требований к экологическим свойствам смазочных материалов. Этот аспект столь же важен, что и возобновляемость ресурсов растительных и животных масел. Существенным достоинством жиров в сравнении с другими видами альтернативного сырья является гораздо более высокая экологическая чистота, как производства, так и применения смазочных материалов на их основе. Этот факт указывает на большую перспективность растительных и животных жиров в самом недалеком будущем [1]. Одним важным достоинством технического применения жиров является значительно более высокая

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

экологическая чистота и меньшая энергоемкость их производства по сравнению с нефтяными или синтетическими продуктами.

Важным достоинством жирового сырья является и тот факт, что плантации масличных составляют лишь небольшую часть всех культивируемых площадей. Кроме того, эти культуры (особенно рапсовые) предотвращают эрозию почвы и попадание в грунтовые воды нитратного азота [2]. Рапс в севообороте является хорошим предшественником других насаждений. Растительные масла как альтернативные топлива более перспективны, чем широко и обстоятельно исследуемые и применяемые в настоящее время кислородсодержащие продукты типа спиртов и простых эфиров. Обусловлено это тем, что производство последних, кроме повышенных затрат энергии приводит к значительным выбросам в атмосферу диоксида углерода. В дальнейшем производство спиртовых топлив будет способствовать росту таких выбросов, при условии, что уголь останется основным источником получения метанола [3,4]. Последнее фактически означает возврат к широкому использованию ископаемых продуктов. Для уменьшения эмиссии диоксида углерода целесообразно, по-видимому, ограничить использование последних. В этой связи возрастает значение возобновляемых источников энергии - растительных масел. Возобновляемое сырье, кроме прочего, будет способствовать созданию в биосфере замкнутого круговорота диоксида углерода (рисунки 1).

При разработке современных технологий производства топлив на основе жирового сырья за рубежом наблюдается тенденция, направленная на улучшение качества продукции и попытка приблизить ее свойства к свойствам нефтяных топлив. При этом теряется из виду основная цель использования биосферного сырья - снижение загрязнения окружающей среды. В самом деле, при проведении метанолиза для получения сложноэфирного топлива в процесс вовлекается метанол, производство которого из угля достаточно экологически опасно. По сути это также является возвратом к использованию ископаемого сырья. С этой точки зрения более целесообразным представляется путь, предусматривающий изменение конструкции двигателей. Это позволит и существенно упростить процесс получения топлив.

Наиболее динамично развивающимся направлением получения топливо-смазочных материалов из возобновляемых источников является использование растительных масел, спиртов и других продуктов органического происхождения.

В последнее время все более широкое распространение получают альтернативные топливо-смазочные материалы на основе растительных масел: рапсового, соевого, подсолнечного, арахисового, пальмового и их производных. Интенсивные работы по их созданию и применению ведутся как в странах с ограниченным энергетическим потенциалом, так и в высокоразвитых странах, имеющих финансовую возможность приобретать нефтепродукты.

Применение топливо-смазочных материалов из возобновляемых источников позволяет не только решить энергетическую проблему, но и заметно снизить экологическое загрязнение почвы, уменьшить токсичность выхлопных газов сельскохозяйственной техники. Возрастающие требования к снижению загрязнения окружающей среды выдвигают растительные масла на одно из первых мест, что позволяет считать применение растительных масел весьма перспективным направлением в производстве топливо-смазочных материалов и с точки зрения экологии.

При использовании масел растительного происхождения в качестве смазочных материалов, технических жидкостей важны не только их возобновляемость и высокая биоразлагаемость, но и характеристики, определяющие возможность их применения в технике. При этом следует учесть, что требования, разработанные для нефтяных и синтетических масел, лишь ограниченно можно распространять на продукты растительного происхождения [5].

Основными техническими преимуществами растительных масел по сравнению с нефтяными маслами являются лучшие вязкостные и трибологические свойства. Это

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

обстоятельство существенно повышает благоприятность использования растительных масел с экологических позиций, поскольку в ряде случаев дает возможность ограничить использование зачастую токсичных присадок, а иногда и совсем отказаться от их применения. К основным недостаткам растительных масел следует отнести низкую стабильность и, в большинстве случаев, плохие низкотемпературные характеристики. Указанные недостатки устраняются как использованием комплекса присадок, так и смешиванием растительных масел с нефтяными маслами (неизбежно ухудшая при этом экологические свойства смазочного материала) [6].

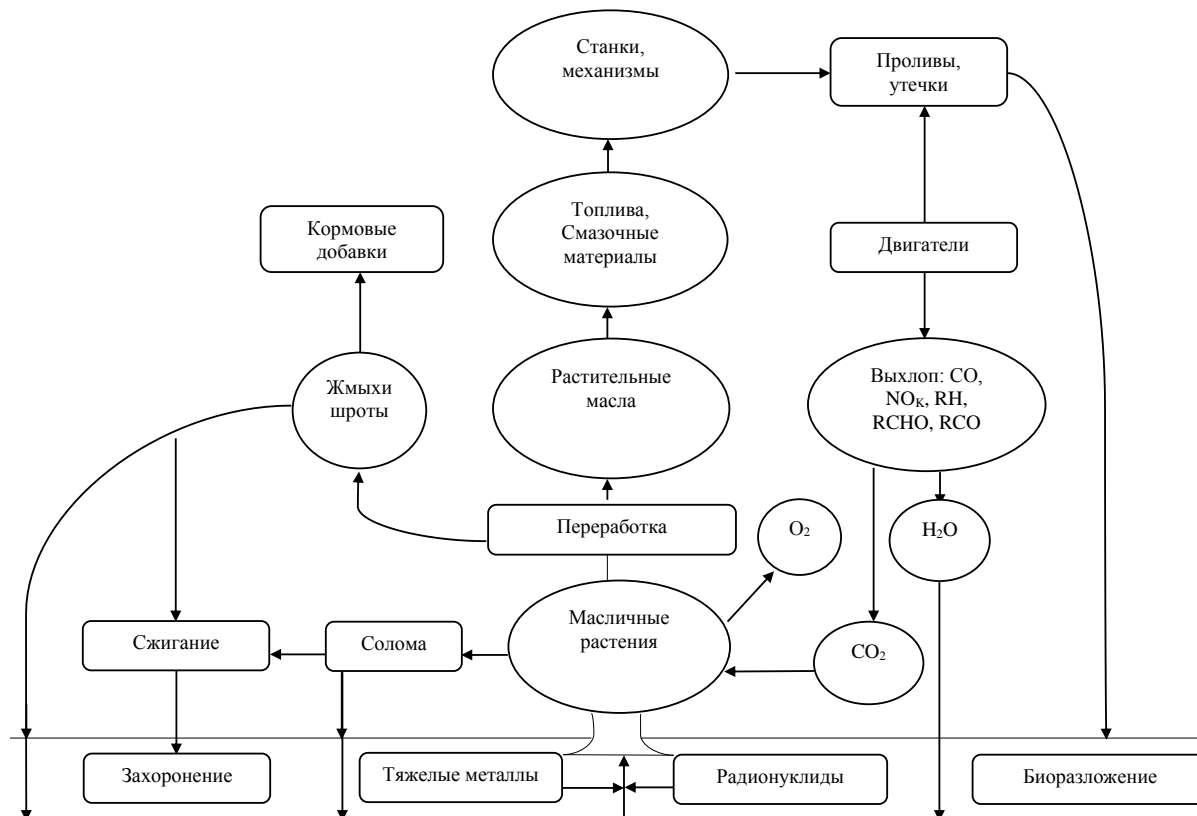


Рис. 1 - Схема круговорота веществ при использовании растительных масел как смазочных материалов.

Нами были исследованы растительные масла: касторовое, хлопковое и рапсовое, для использования их в качестве добавки к смазочным материалам.

По вязкости касторовое масло превосходит все прочие известные жиры. По вязкость касторового масла при разных температурах характеризуется следующим образом:

$$\eta_{20^{\circ}\text{C}}=9,6; \eta_{30^{\circ}\text{C}}=4,6; \eta_{40^{\circ}\text{C}}=2,3; \eta_{50^{\circ}\text{C}}=1,3 \text{ и } \eta_{100^{\circ}\text{C}}=0,19.$$

Касторовое масло добывается из смеси клещевины, однолетнего растения *Ricinus communis* и других его разновидностей принадлежащих к семейству Euphorbiaceae, культивирующихся почти во всех тропических и субтропических странах.

Семя содержит до 55% масла, освобожденное от шелухи-до 69%. Получается главным образом методом прессования.

Наличие в масле большого количества глицеридов рицинолевой кислоты является причиной хорошей растворимости касторового масла в спирте и плохой растворимости в петролейном эфире.

Касторовое масло отличается от остальных жиров растворимостью и некоторыми другими свойствами – высоким удельным весом, большой вязкостью, высоким ацетильным числом.

С целью импортзамещения на опытном участке в Джизакской области была посажена клещевина (касторка), она успешно выращена и собран урожай. Определена физико-

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

химическая характеристика касторового и хлопкового масел, которая приводится в таблице 1. Для более подробной характеристики масел сняты их ИК - спектры. ИК - спектры соединений записаны на спектрофотометре SHIMADZU в области $400-4000 \text{ см}^{-1}$. Для снятия спектров образцы прессовали в таблетки с KBr (рис.2)

Таблица 1

Физико-химические характеристики касторового и хлопкового масел

Наименования показателей	Величина
касторовое масло	
Плотность при 15°C , г/см^3	0,909
Число омыления, мг КОН/г	176
Йодное число $\text{гJ}_2/100\text{г}$	82
Вязкость при 100°C , $\text{мм}^2/\text{сек}$	5,9
Температура, $^\circ\text{C}$	
Вспышки (в открытом тигле)	296
Застывания	-27
Показатель преломления, n^{20}_D	1,479
Индекс вязкости (ГОСТ 25371-82)	90,7
Коксуемость, %	0,19
Кислотное число, мг КОН/г	1,18
Зольность, %	0,009
Цвет, ед.ЦНТ	1,5
хлопковое масло	
Плотность при 20°C , г/см^3	0,930
Вязкость при 20°C , сПз	67,3
Температура застывания, $^\circ\text{C}$	-3
Коэффициент преломления при 20°C	1,472
Индекс вязкости (ГОСТ 25371-82)	166
Коксуемость, %	0,23
Зольность, %	0,14
Вспышка (в открытом тигле), $^\circ\text{C}$	316
Цвет ед. ЦНТ	1,5

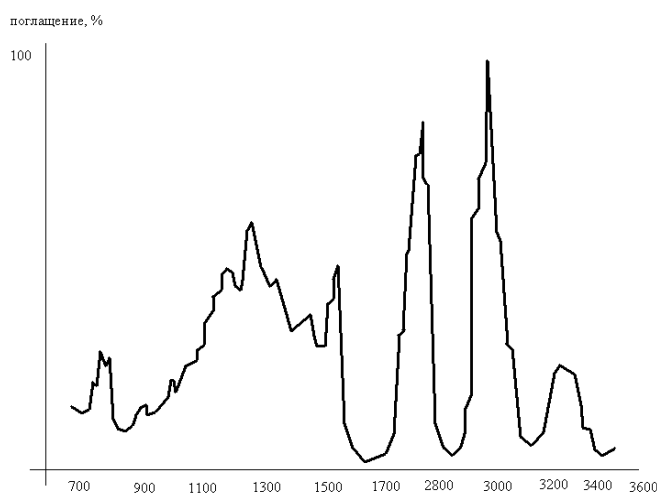


Рис.2 - ИК-спектр поглощения касторового масла.

валентным ассиметричным (ν_{as}) колебаниям CH_2 групп. Два пика одинаковой интенсивности при $1380-1435 \text{ см}^{-1}$, относятся к деформационным (δ_s) и ассиметричным (δ_{as}) колебаниям CH_3 групп. А узкая полоса средней интенсивности при 710 см^{-1} , относится к деформационным колебанием (δ) $(\text{CH}_2)_x$ групп.

В ИК – спектре касторового масла (рисунок 2) присутствуют полосы поглощения при 1150 и 1725 см^{-1} , относящиеся к валентным колебаниям карбоксила $\nu(\text{C}=\text{O})$ и $\nu(\text{C}-\text{CO}-\text{CO})$, соответственно. Широкая полоса с максимумом при 3400 см^{-1} соответствует валентным колебаниям гидроксильной группы $\nu(\text{OH})$ рицинолевой кислоты, которая также позволяет ее отличать от других жирных кислот, а также само касторовое масло от других природных соединений.

Узкие длинные полосы с максимумами при 2840 и 2915 см^{-1} относятся к валентным симметричным (ν_s) и

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

Хлопковое масло добывается из семян хлопчатника различных видов *Gossypium*, принадлежащих к семейству *Malvaceae*. Семена хлопчатника содержат до 25% масла, в ядрах (без шелухи) до 39%.

Сырое хлопковое масло горячего прессования имеет красно-бурый, иногда почти черный цвет, своеобразный запах и горький вкус. Интенсивность окраски масла зависит от сорта семян, их свежести, влажности мезги и степени ее нагревания, а также и от высоты давления при прессовании. Согласно литературным данным, в сыром хлопковом масле содержится около 1% красящих веществ. В масле содержатся также и смолистые вещества, которые имеются как в ядрах, так и в шелухе хлопковых семян.

Были сняты УФ и ИК – спектры хлопкового масла.

Характеристика спектров:

1. УФ – спектры в области 232 нм.... прозрачный, сопряженные кислоты отсутствуют.

2. ИК – спектры в области 700-3600 cm^{-1} V: 730; 950; 1100; 1130; 1190; 1290; 1380; 1410; 1470; 1630; 1650; 1715; 2860; 2935; 2960; 3010.

Соответствуют спектру смеси жирных насыщенных кислот.

Полученные спектры соответствуют спектрам смеси жирных, насыщенных и ненасыщенных кислот. Транс – кислоты отсутствуют.

На рисунке 3 представлен ИК – спектр поглощения хлопкового масла.

Рапсовое масло отличается хорошими вязкостными и низкотемпературными свойствами и практически не нуждается во вводе вязкостных присадок типа полиметакрилата. В нефтяное же масло, чтобы достичь такого же индекса вязкости, необходимо ввести около 7% вязкостной присадки. Низкотемпературные свойства хорошо регулируются вводом депрессоров.

Масло вырабатывается из семян рапса, принадлежащего к семейству крестоцветных по ГОСТу 8988-2002.

Цвет темный, зеленоватый, после тщательной рафинации – светло – желтый. Сырое масло имеет специфический запах и вкус. Оно состоит на 50% из глицеридов эруковой кислоты.

Физико-химические показатели рапсового масла:

Удельный вес, $d - 0,908-0,915$

Температура застывания - 10°C

Число омыления – 167-181

Йодное число – 94-105

Определили также физико-химические показатели рапсового масла, которые приводятся в таблице 2.

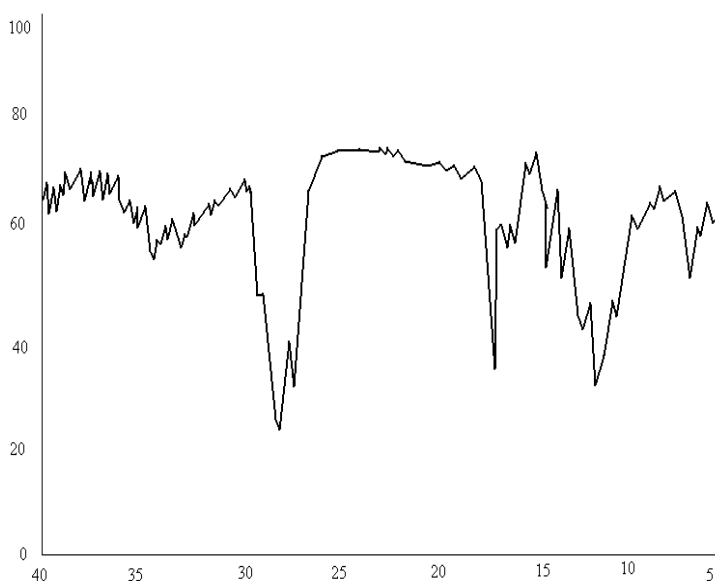


Рис.3 - ИК-спектр поглощения хлопкового масла.

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

Таблица 2

Физико-химические показатели рапсового масла

Наименование показателя	Характеристика рапсового масла марок			
	рафинированного			нерафинированного
	дезодорированного		недезодорированного	
	Высшего сорта	первого сорта		
Кислотное число, мг КОН/г, не более	0,30	0,40	0,40	6,0
Массовая доля нежировых примесей, %, не более	Отсутствие			0,20
Массовая доля фосфора, мг/кг, не более – в пересчете на стеароолецитин, %, не более	20			800
Мыло (качественная проба)	Отсутствие			не нормируется
Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более	0,10			0,30
Массовая доля эруковой кислоты, % к сумме жирных кислот, не более	2		5	

На рисунке 4 приведен спектр рапсового масла как наиболее распространенного исходного сырья для производства биоразлагаемых смазочных материалов.

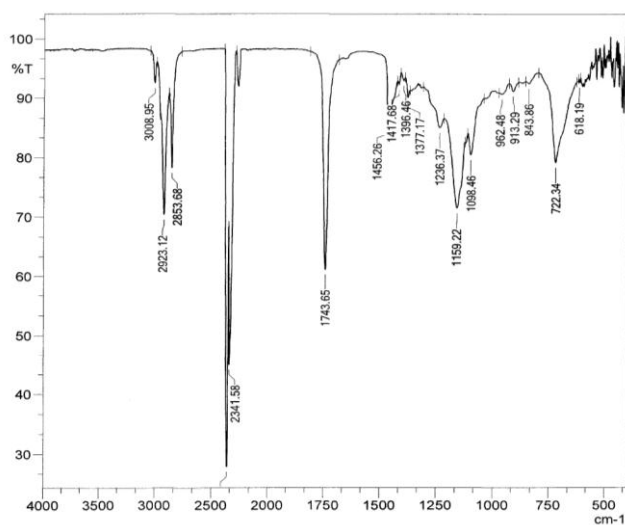


Рис.4 - ИК-спектр поглощения рапсового масла.

Спектры рапсового масла и его метиловых эфиров практически не различаются вследствие идентичности присутствующих в них функциональных групп. В спектре четко видна характерная полоса валентных колебаний карбонильной группы CO при 1743.65 см^{-1} . Валентным колебаниям сложноэфирной связи C-O соответствует полоса 1159.22 см^{-1} .

Полосы колебаний при 2923.12 , 2853.68 и 1456.26 см^{-1} следует отнести к асимметричным, симметричным и ножничным валентным колебаниям метиленовых

групп. В состав триацилглицеринов входят остатки высших непредельных карбоновых кислот в цис-конфигурации (валентные колебания связи C-H при 3008.95 см^{-1} и неплоские деформационные колебания той же связи при 722.34 см^{-1}).

Входящие в состав растительных и животных масел спирты, сложные эфиры и свободные жирные кислоты образуют прочную смазочную пленку на поверхности трения. Реологические свойства масел определяются молекулярной массой и степенью ненасыщенности молекул триглицеридов. Температура плавления кислот и их триглицеридов обычно возрастает с молекулярной массой, степень ненасыщенности молекул оказывает обратное влияние. Вязкость увеличивается с молекулярной массой и снижается со степенью ненасыщенности. В связи с этим был определен жирнокислотный состав рапсового масла (таблица 3).

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

Таблица 3

Свойства продуктов растительного происхождения в сравнении с нефтяным маслом

№	Показатели	Рафинат рапсового масла	Нефтяное масло SN 150
1	Плотность при 15°C, г/мл	0,919	0,872
2	Вязкость, мм ² /с: при 40 °С при 100 °С	36,0 8,19	30,0 5,26
3	Индекс вязкости	214	105
4	Температура застывания, °С вспышки помутнения застывания	318 -9 -20	215 -10 -15
5	Кислотное число, мг КОН/г	0,3	0,01
6	Число омыления, мг КОН/г	195	0,03
7	Коксуемость, % масс.	0,4	0,01
8	Зольность, % масс.	0,001	0,001
9	Цвет по ASTM	2,0	1,0
10	Показатель преломления	1,4737	1,4785
11	Анилиновая точка, °С	95	105
12	Содержание, мг/кг: серы азота	19 21	3000 150
13	Йодное число, г I ₂ /100г	-	0
14	Смазочные свойства, Н: нагрузка заедания нагрузка сваривания	1300 1400	1000 1100

Рапсовое масло совместимо с материалами уплотнений, не уступает нефтяному по деэмульгирующей и деаэрирующей способности, а по склонности к пенообразованию, антикоррозионным и противоизносным свойствам значительно его превосходит. По смазочным свойствам рапсовое масло превосходит также и такие растительные масла, как касторовое, кукурузное, оливковое, подсолнечное и арахисовое.

По физико-химическим свойствам дана сравнительная характеристика рапсового масла с нефтяным маслом, приведенная в таблице 4.

Таблица 4

Смазочные свойства растительных масел

№	Масло	Критическая нагрузка, Н	Нагрузка сваривания, Н	Индекс задира
1	Рапсовое	790	2000	43,5
2	Касторовое	630	1410	34,7
3	Хлопковое	790	1580	35,4

Приведенное выше свидетельствует о том, что в настоящее время применение масла в естественном состоянии должно ограничиваться их функцией взамен нефтяных или некоторых синтетических, причем основная роль, очевидно, принадлежит растительным маслам, как более дешевым, доступными изготавливаемым из легко возобновляемого сырья.

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

Рассмотрение технических и экологических свойств жиров как базовых масел с точки зрения системно-экологического подхода будет неполным без учета процессов переработки маслосемян, рафинации и химической переработки растительных масел и их влияния на окружающую среду, которое не является столь безобидным, как считалось ранее. Но тем не менее ароматические гетероциклические соединения находящиеся в составе различных смазочных материалов представляют большую опасность для биосферы с токсичностью, малой биоразлагаемостью, поэтому решение вопросов получения смазочных материалов на основе масел растительного происхождения носит актуальный характер с точки зрения не только экологии но и решения вопросов импортозамещения. При этом как видно из таблицы 8 наиболее предпочтительным для использования с точки зрения смазочных свойств является рапсовое масла.

References:

- [1]. Fuks I.G., Yevdokimov A.Yu., Djamalov A.A.//ХТТМ. – 1992, - №6. –С. 36-40.
- [2]. Czerwinka E. // Forstchr. Landwirt. -1989. – Bd.67, -№17. – S. 3-4.
- [3]. Walsh M.P. // SAE Techn. Pap. Ser., 1989. -№ 891114.-p.1-13
- [4]. Terentev G.A., Tyukov V.M., Smal F.V. Motornie topliva iz alternativnix sirevix resursov. –М.: Ximiya, 1989. – 272s.
- [5]. Evdokimov, A.Yu. Smazochnie materialy na osnove rastitelnix i jivotnix jirov/A.Yu. Yevdokimov, I.G. Fuks, L.N. Bagdasarov. -М.: TSNIITEIMS, 1992.
- [6]. Edukov, V.A. Snijenie energeticheskix zatrat v traktornix transmissiyax putem ispolzovaniya legirovannogo rapsovogo masla: dis. ... kand. tehn. nauk / V.A. Yedukov. -Samara, 2003.

Литература

- [1]. Фукс И.Г., Евдокимов А.Ю., Джамалов А.А.//ХТТМ. – 1992, - №6. –С. 36-40.
- [2]. Czerwinka E. // Forstchr. Landwirt. -1989. – Bd.67, -№17. – S. 3-4.
- [3]. Walsh M.P. // SAE Techn. Pap. Ser., 1989. -№ 891114.-p.1-13
- [4]. Терентьев Г.А., Тюков В.М., Смаль Ф.В. Моторные топлива из альтернативных сырьевых ресурсов. – М.: Химия, 1989. – 272с.
- [5]. Евдокимов, А.Ю. Смазочные материалы на основе растительных и животных жиров/А.Ю. Евдокимов, И.Г. Фукс, Л.Н. Багдасаров. -М.: ЦНИИТЭИМС, 1992.
- [6]. Едуков, В.А. Снижение энергетических затрат в тракторных трансмиссиях путем использования легированного рапсового масла: дис. ... канд. техн. наук / В.А. Едуков. -Самара, 2003.