

# Биотопливо – топливо будущего

Уханов С. Д.

ЭКОЛОГИЯ

5 класс, ГБОУ МО «Одинцовский «Десятый лицей»,

г. Одинцово, Московская область

Научный руководитель: Леденева Олеся Николаевна,

ГБОУ МО «Одинцовский «Десятый лицей», г. Одинцово, Московская область

## Введение

В России имеются огромные запасы углеводородного сырья, пригодного для производства топлива для наземного, воздушного и морского транспорта, тепловых электростанций и котельных в течение многих десятилетий (рисунок 1). По запасам наша страна находится на пятом месте (около 8 % мировых запасов).



Рисунок 1. Запасы жидких углеводородов в России

В общем объеме запасов нефти наблюдается устойчивая тенденция к возрастанию доли трудноизвлекаемых запасов (до 50 %). Трудноизвлекаемые запасы играют сдерживающую роль при вводе месторождений в разработку. Основными источниками загрязнения окружающей среды являются скважины,

факелы для сжигания попутного газа, нефте- и газопроводы, водоводы высокого давления и другие производственные объекты. При разведке и добыче нефти и газа велик риск экологических аварий и катастроф, сопровождающихся выбросами и разливами нефти, пожарами на нефтяных и газовых скважинах, разрывами трубопроводов.

Переход на использование смесового растительно-минерального топлива, биологическим компонентом которого являются растительные масла позволяет решить ключевую проблему современности – удовлетворить растущие потребности в энергии без ущерба для окружающей среды.

По прогнозам Международной энергетической ассоциации (IEA) мировое производство биотоплива увеличится к 2030 году до 92-147 млн. тонн энергетического эквивалента нефти. Ежегодные темпы прироста производства биотоплива составят 7-9 % [1].

Ожидается, что до 2030 г. потребление биотоплива в странах Евросоюза (ЕС) увеличится по сравнению с текущими показателями в 13-18 раз [2].

Российская Федерация располагает большим земельным пространством. Ее территория насчитывает почти 1 млрд. 710 млн. га. Земли сельскохозяйственного назначения занимают 400,9 млн. га или 23 % от общего земельного фонда. Часть из них используется для получения продукции сельского хозяйства и выделены в качестве сельскохозяйственных угодий. При этом на сегодняшний день в России остаются не востребованными около 20 млн. га продуктивной пашни. Этот ресурс можно было бы использовать для выращивания энергетических сельскохозяйственных культур, необходимых для производства биотоплива.

Планы по началу производства биотоплива на государственном уровне приняты более чем в 38 странах мира. Мировыми центрами производства биотоплива являются США, Бразилия и Европейский Союз. Это три самых больших рынка в мире, например, в 2010 году сконцентрировавшие 85% мирового производства биологического топлива. Самая большая доля приходится на США – 48 % биотоплива в мире (рисунок 2) [3].

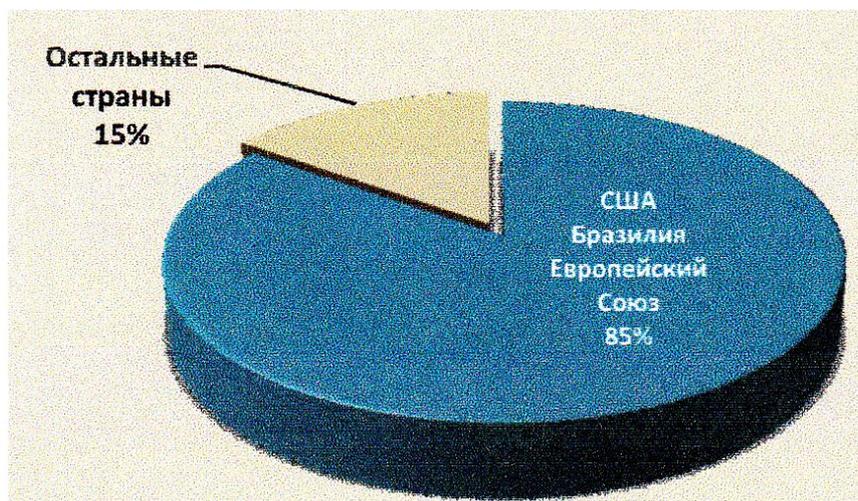


Рисунок 2. Доля крупнейших производителей в мировом объеме производства биотоплива

Для производства натуральных технических растительных масел в мире используются в основном следующие виды сырья: в Европе и Канаде – рапс и канола (генномодифицированный рапс с низким содержанием кислот), США – соя, Индонезии – пальмовое масло, на Филиппинах – пальмовое и кокосовое масла, в Индии – ятрофа (род семейства Молочайные (*Euphorbiaceae*)), Африке – соя и ятрофа, Бразилии – соя, России – рапс и рыжик (лат. *Camelina*).

В сложившейся ситуации для России возникает дополнительная возможность реализовать свой земельный потенциал для увеличения объемов производства биотоплива из растительного сырья и самого сырья для экспорта в страны ЕС. Многие регионы РФ увеличивают посевные площади под возделывание масличных культур и, в частности Пензенская область (таблица 1), являющаяся лидером по производству нетрадиционных масличных культур (рыжик, лен масличный, редька масличная, горчица белая, сурепица и др.).

Следует отметить, что если в 2015 году в структуре посевных площадей посевы под подсолнечник занимали 69147 га (82 %), а посевы под другие масличные культуры (лен, горчица, рыжик, рапс) только 15211 га (18 %), то в 2024 году уборка урожая подсолнечника осуществлялось уже с площади 246425 га (74,4 %), а других масличных культур с площади 84994 га (25,6 %), т.е. общая площадь посевных культур таких как лен, соя, горчица, рыжик, рапс и других увеличилась с 18 % до 25,6 %, т.е. в 1,4 раза.

Таблица 1 – Динамика посевных площадей и урожайности масличных культур  
в хозяйствах всех категорий Пензенской области

Вид мас- личной культуры	Показатели по годам									
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Посевная площадь, га</i>										
Маслич- ные куль- туры - все- го	84358	144859	193555	186440	267132	292806	291813	331890	348952	331419
Подсол- нечник на зерно	69147	117866	161897	145783	203900	185413	183832	241906	271727	246425
Соя	546	6674	3863	6787	12010	25234	20048	17846	32729	26902
Горчица	60	376	305	1151	1260	6495	2928	2601	4528	10358
Рыжик	220	2491	13884	13882	22552	39448	47095	9276	2021	3010
Рапс	13065	14167	6801	15328	19998	19822	12968	8267	9097	12740
Сафлор	-	-	-	-	255	62	20	20	-	-

Если условно принять средний выход масла с 1 кг зерен всех масличных культур (за исключением подсолнечника) 30 %, то при валовом сборе в 2024 году 60808000 кг можно получить 18242400 кг (или 18242,4 тонн) растительных масел, потенциально пригодных для использования их в качестве биодобавки к нефтяному авиационному керосину. Приготавливая дизельное смесевое топливо с соотношением растительного масла и авиационного керосина 50:50, можно сэкономить, например, в условиях Пензенской области не менее 18 тыс. тонн товарного нефтяного дизельного топлива.

В России только для нужд сельского хозяйства ежегодно требуется порядка 5 млн. тонн дизельного топлива. Учитывая потребности строительной и

транспортной техники, промышленности и энергетики, эту цифру можно как минимум удвоить. Таким образом, исходя из общей потребности в дизельном топливе в объеме 10 млн. тонн в год, для достижения современных европейских норм использования биодизеля в 2,5 % на первом этапе потребуется 250 тыс. тонн, а при переходе к норме в 5,75 % – 575 тыс. тонн дизельного биотоплива в год [4].

Введение в России новых Евростандартов на дизельное топливо создает качественно новую ситуацию на рынке моторных топлив, поскольку применение минерального топлива с низким содержанием серы приводит к ухудшению его смазывающих свойств, что потребует добавления в них специальных дорогостоящих присадок, либо замены его на безсернистые эфиры растительных масел (биодизельное топливо).

С учетом роста цен на нефтяное дизельное топливо применение биотоплива экономически выгодно. В экспериментальном порядке применение биотоплива в России возможно, но массовый спрос, который способен повлиять на энергетический баланс в стране, в ближайшие годы маловероятен. Минеральное дизельное топливо пока обходится дешевле биодизельного топлива, но несколько дороже смесевых растительно-минеральных топлив [5].

При переводе дизеля с минерального топлива на натуральные растительные масла или биодизель необходимо провести экспериментальные исследования, позволяющие оценить работу серийного двигателя на смесевых растительно-минеральных топливах различного состава [6].

К показателям моторного топлива, которые влияют на процессы впрыскивания, испарения, смесеобразования и сгорания, в первую очередь, относятся плотность, кинематическая и динамическая вязкости, поверхностное натяжение, сжимаемость [7].

Для более эффективного использования растительного масла в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) возможно его перемешивание с нефтяным дизельным топливом, чтобы путем уменьшения вязкости добиться более благоприятных условий распыления и уменьшения нагарообразования [6].

Полученные российскими учеными данные о значительном снижении выбросов токсичных веществ подтверждают результаты исследований зарубежных специалистов. Основным стимулирующим фактором применения биотоплив за рубежом является улучшение экологических показателей автотракторной техники.

Однако использование смесевых растительно-минеральных топлив в дизелях автотракторной техники из-за различия физико-химических, теплотворных и эксплуатационных свойств, требует незначительной конструктивной доработки штатной топливной системы и установки дополнительных узлов и агрегатов.

*Перспективным биологическим компонентом для производства биокеросина является рапсовое масло.*

Основными потребителями минеральных моторных топлив являются ДВС, среди которых значительную долю занимают дизели. Однако ограниченность нефтяных запасов, рост цен на энергоносители требуют экономии топлив нефтяного происхождения. Одним из направлений решения этой проблемы является замещение минерального дизельного топлива (частичное или полное) возобновляемыми альтернативными энергоносителями и, в частности, биологическим топливом, производимым из масличных культур.

Создание топлива для дизелей из органического сырья позволит трансформировать растениеводство из отрасли, являющейся основным потребителем светлых нефтепродуктов, в отрасль, выпускающую экологически чистое моторное топливо из возобновляемых источников энергии.

На сегодняшний день перспективным альтернативным видом моторного топлива является биокеросин, представляющее собой бинарную смесь, состоящую из минерального авиационного керосина и растительного масла в различных объемных соотношениях с добавлением цетаноповышающей присадки этилгексилнитрата.

Основной проблемой широкого применения биокеросина в качестве моторного топлива на автотракторной технике является недостаточная приспособ-

особенность дизелей серийного исполнения к работе на таком виде топлива в силу различий физических, теплотворных и эксплуатационных свойств от аналогичных свойств минерального (нефтяного) дизельного топлива (ДТ).

Поэтому *целью исследования* является определение физических свойств смесового биокеросина, биологическим компонентом которого является рапсовое масло.

*Научная гипотеза* заключается в том, что в качестве моторного топлива дизельной автотракторной техники можно использовать биотопливо с перспективным биологическим компонентом (рапсовое масло).

*Предметом исследования* являются физические (плотность, вязкость) свойства смесового рапсово-минерального топлива с объемным содержанием рапсового масла 20 %, 30 % и 40 %.

Объектом исследования является один из видов биокеросина – смесовое рапсово-минеральное топливо, биологическим компонентом которого является техническое растительное масло, производимое холодным или горячим отжимом из семян масличной культуры рапса.

*Задачами исследования* является:

1. Выполнить литературный обзор запасов жидких углеводородов в России.
2. Выполнить литературный обзор масличных культур, возделываемых в Пензенской области.
3. По результатам лабораторных экспериментов определить плотность и вязкость летнего дизельного топлива и смесового биокеросина (рапсово-минерального топлива).

Рапс – однолетнее травянистое растение рода капусты семейства крестоцветных. Плод рапса – гладкий стручок длиной 6-12 см и шириной 0,4-0,6 см. Количество стручков на растении 200-400 шт., среднее количество семян в стручке 20-35 шт. Семена округло-шаровидной формы, черной, серовато-черной или коричневой окраски с гладкой поверхностью [8].

Рапс хорошо произрастает на черноземных, серых лесных, темно-серых и

серых оподзоленных средних и тяжелых по механическому составу почвах. Низкие урожаи рапс дает на переувлажненных торфяно-болотных и песчаных почвах с кислой реакцией почвенного раствора.

Рапс не предъявляет особых требований к температурному режиму. Семена его произрастают при температуре 1 °С, а растения вегетируют при температуре +5-6 °С и продолжают осеннюю вегетацию при наступлении ночных заморозков. Озимый рапс в стадии 5-7 листьев переносит температуры до минус 12-14 °С.

При возделывании рапса необходимо учитывать его высокую потребность в воде во время всего вегетационного периода. При недостаточном увлажнении снижается усвояемость бора, что также отрицательно влияет на урожай. Отсутствие влаги во время созревания может отрицательно сказаться на масличности, что ведет к повышению содержания протеина в семенах.

Рапс хороший предшественник для зерновых культур: рано освобождает поле, повышает их урожайность, улучшает структуру почвы и ее фитосанитарное состояние, уменьшает засоренность полей.

Таким образом, к числу перспективных масличных культур, масла из которых могут использоваться в качестве биоконпонента биокеросина, можно отнести рапс.

### **Результаты экспериментального исследования**

Вязкость (кинематическая) и плотность определялись при температуре 20°С экспериментально с помощью вискозиметра ВПЖ-2 и плотномере ВИП-2М [9].

Методика определения плотности с помощью вибрационного измерителя ВИП-2М проводится в соответствии с ГОСТ Р 57037 и Р 50.2.075 (вибрационный метод определения плотности).

Методика определения вязкости с использованием вискозиметра ВПЖ-2 проводится в соответствии с ГОСТ 10028-81 «Вискозиметры капиллярные стеклянные. Технические условия».

Результаты определения плотности и вязкости приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Плотность и вязкость исследуемых топлив

Вид топлива	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость, мм <sup>2</sup> /с
100%ДТ	842,5	3,49
79,7%ТС-1+20%РМ+0,3%ЭГН	821,6	2,05
69,7%ТС-1+30%РМ+0,3%ЭГН	833,5	2,86
59,7%ТС-1+40%РМ+0,3%ЭГН	844,7	3,97

Примечание: ДТ – нефтяное дизельное топливо; ТС-1 – авиационный керосин; РМ – рапсовое масло; ЭГН – цетаноповышающая присадка этилгексилнитрат

Анализ данных таблицы 2 показывает, что по мере увеличения объемного содержания рапсового масла в смесевом топливе плотность и вязкость рапсово-минерального топлива увеличиваются.

### **Заключение**

1. В России имеются огромные запасы углеводородного сырья, пригодного для производства топлива для наземного, воздушного и морского транспорта, в течение многих десятилетий.

В общем объеме запасов нефти наблюдается устойчивая тенденция к возрастанию доли трудноизвлекаемых запасов (до 50 %). Трудноизвлекаемые запасы играют сдерживающую роль при вводе месторождений в разработку. Основными источниками загрязнения окружающей среды являются скважины и факелы для сжигания попутного газа. При разведке и добыче нефти и газа велик риск экологических аварий и катастроф, сопровождающихся выбросами и разливами нефти, пожарами на нефтяных и газовых скважинах, разрывами трубопроводов.

2. Рапсовое масло, производимое холодным или горячим отжимом из семян рапса, является перспективным биологическим компонентом биокеросина как одного из видов биотоплива.

3. За счет смешивания рапсового масла и нефтяного (минерального) авиационного керосина плотность и вязкость рапсово-минерального топлива приближается к аналогичным свойствам товарного минерального топлива, которое используется в настоящее время в качестве моторного топлива в двигателях автотракторной техники.

### **Список литературы**

1. Кривошеин, А.Н. Производство биотоплива в Европейском Союзе: политика, сертификация, критерии устойчивости / А.Н. Кривошеин; под общ. ред. Н.М. Шматкова и А.И. Воропаева. – М., 2016. – 39с.

2. Биоэнергетика: мировой опыт и прогноз развития: науч. аналит. обзор / под ред. С.Г. Митина. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 204 с.

3. Федоренко, В.Ф. Состояние и развитие производства биотоплива: науч. аналит. обзор / В.Ф. Федоренко, Ю.Л. Колчинский, Е.П. Шилова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 130 с.

4. Использование биологических добавок в дизельное топливо / В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, С.А. Нагорнов и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 52 с.

5. Девянин, С.Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / С.Н. Девянин, В.А. Марков, В.Г. Семенов. – М.: Изд-во МГАУ им. В.П. Горячкина, 2007. – 400 с.

6. Работа дизелей на нетрадиционных топливах / В.А. Марков, А.И. Гайворонский, А.И. Грехов, Н.А. Иващенко. – М.: Изд-во «Легион-автодата», 2008. – 464 с.

7. Инновационные технологии производства биотоплива второго поколения / В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, А.Н. Зазуля и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 68 с.

8. Артемов, И. В. Рапс / И. В. Артемов. – М.: Агропромиздат. – 1989. – 44 с.

9. Измерители плотности жидкостей вибрационные «ВИП-2М» и «ВИП-2МР». Руководство по эксплуатации ТКЛШ 2.843.001РЭ. – М.: Госстандарт. – 25 с.