

3. Материаловедение. Основы технологии конструкционных материалов: учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальности 1-74 06 04 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства (рег. № УД-М-23-19/уч. от 27.03.2019) / В. И. Коцуба, Л. И. Савенок. – Горки: БГСХА, 2019. – 27 с.

УДК 620.92:621.4

## **ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА ДЛЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Р. С. ДАРГЕЛЬ, аспирант

В. А. ГЕРМАКОВСКИЙ, студент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

В последние годы в развивающихся странах все больше внимания уделяется развитию энергетики на базе возобновляемых источников, в том числе с использованием биотоплива. Эта тенденция обусловлена необходимостью снизить зависимость от импорта энергоресурсов в условиях роста мировых цен на углеводороды, а также стремлением выйти на рынки сбыта продуктов с высокой степенью добавленной стоимости. Особую важность при этом приобретает сбалансированность сочетания рациональных цен на сырье и мер по регулированию экологических и социальных рисков [1].

В современных условиях углубления проблем мировой экономики развитие возобновляемой энергетики в мире приняло ускоренный характер. Скорее всего в течение ближайшего десятилетия заложенная тенденция не просто сохранится, но и будет иметь повышательную динамику, что связано прежде всего с нарастающими в энергетике многофакторными кризисными явлениями глобального характера.

Процессы глобального масштаба обусловлены прежде всего двумя факторами:

- ограничение геологических запасов ископаемого топлива – нефти и газа;
- пагубное антропогенное воздействие человека на окружающую среду.

Увеличение числа машин с двигателями внутреннего сгорания привело к существенному ухудшению экологической обстановки в ряде городов.

Известно, что более сильными загрязнителями воздуха являются дизельные двигатели, в продуктах сгорания этого топлива имеется значительное количество веществ из «Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева», так как дизельное топливо при перегонке нефти выделяется только после эфира, бензина, керосина, лигроина [2].

Особенности организации процессов сгорания топлива в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) обуславливают образование вредных веществ, которые выбрасываются вместе с отработавшими газами (ОГ) в окружающую среду и оказывают вредное воздействие на атмосферу, почву, воду, растения, животных и людей.

В идеальном случае при полном сгорании углеводородного топлива должны были бы образовываться только диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ) и вода ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Практически же вследствие физико-химических процессов в цилиндрах двигателя действительный состав ОГ очень сложный и включает более 1000 токсичных соединений, большую часть из которых представляют различные углеводороды. Ввиду такого многообразия и сложности идентификации отдельных соединений к рассмотрению обычно принимаются компоненты или их группы, составляющие основную часть ОГ.

В табл. 1 представлен ориентировочный состав ОГ дизельных двигателей.

Таблица 1. Ориентировочный состав отработавших газов дизелей

Компонент	Концентрация по объему, %	Примечание
$\text{N}_2$	74–78	Нетоксичный
$\text{O}_2$	2–18	Нетоксичный
Водяной пар	0,5–10	Нетоксичный
$\text{CO}_2$	1–12	Малотоксичный
CO	0,005–0,4	Токсичный
$\text{NO}_x$	0,004–0,5	Токсичный
$\text{C}_n\text{H}_m$	0,009–0,5	Токсичный
RCNO	0,001–0,015	Токсичный
$\text{Sox}$ , мг/м <sup>3</sup>	0–0,015	Токсичный
Соед. свинца, мг/м <sup>3</sup>	–	Токсичный

Токсичные вещества дизелей составляют 0,02–1,0 % объема ОГ. Рассмотрим основные токсичные компоненты ОГ дизелей и степень их воздействия на человека.

*Оксид углерода (CO)* – бесцветный, не имеющий запаха газ. Плотность CO меньше, чем воздуха, и поэтому он легко может распространяться в атмосфере. Поступая в организм человека с вдыхаемым воз-

духом, СО снижает функцию кислородного питания, выполняемую кровью. Это объясняется тем, что поглощаемость СО кровью в 240 раз выше поглощаемости кислорода.

Углеводородные соединения по их биологическому действию изучены пока еще недостаточно. Однако экспериментальные исследования показали, что полициклические ароматические соединения вызывали рак у животных. При наличии определенных атмосферных условий (безветрие, напряженная солнечная радиация, значительная температурная инверсия) углеводороды служат исходными продуктами для образования чрезвычайно токсичных продуктов фотооксидантов, обладающих сильными раздражающим и общетоксичным действием на органы человека, и образуют фотохимический смог. Из группы углеводородов особенно опасными являются канцерогенные вещества. Наиболее изученное из них – многоядерный ароматический углеводород бенз(а)пирен, известный еще под названием 3,4бензпирен, – вещество, представляющее собой кристаллы желтого цвета. Установлено, что в местах непосредственного контакта канцерогенных веществ с тканью появляются злокачественные опухоли. В случае попадания канцерогенных веществ, осевших на пылевидных частицах, через дыхательные пути в легкие они задерживаются в организме.

*Оксид азота (NO)* – бесцветный газ, диоксид азота (NO<sub>2</sub>) – газ красно-бурого цвета с характерным запахом. Оксиды азота при попадании в организм человека соединяются с водой. При этом они образуют в дыхательных путях соединения азотной и азотистой кислот, раздражающе действуя на слизистые оболочки глаз, носа и рта. Оксиды азота участвуют в процессах, ведущих к образованию смога. Опасность их воздействия заключается в том, что отравление организма проявляется не сразу, а постепенно, причем нет каких-либо нейтрализующих средств.

*Сажа (С)* при попадании в организм человека вызывает негативные последствия в дыхательных органах. Если относительно крупные частицы сажи размером 2...10 мкм легко выводятся из организма, то мелкие, размером 0,5...2,0 мкм, задерживаются в легких, дыхательных путях, вызывают аллергию. Как любой аэрозоль, сажа загрязняет воздух, ухудшает видимость на дорогах, но, самое главное, на ней адсорбируются тяжелые ароматические углеводороды, в том числе бенз(а)пирен.

*Сернистый ангидрид (SO<sub>2</sub>)* – бесцветный газ с острым запахом. Раздражающее действие на верхние дыхательные пути объясняется поглощением SO<sub>2</sub> влажной поверхностью слизистых оболочек и обра-

зованием в них кислот. Он нарушает белковый обмен и ферментативные процессы, вызывает раздражение глаз, кашель.

Продукты сгорания топлива могут накапливаться в воде, растениях и почве. В воздухе они могут превращаться в другие вещества, которые в определенных условиях могут быть более токсичными, чем исходные продукты.

Загрязнение окружающей среды токсичными компонентами ОГ дизелей приводит к снижению продуктивности животноводства и ухудшению качества продукции. При подвозе кормов транспорт с дизельными двигателями входит в животноводческие помещения. Опасные для живых организмов газы собираются внизу их, образуя смоги, которые беспокоят животных, действуют на их аппетит, снижают удои и привесы.

Воздействие ОГ двигателей внутреннего сгорания на растительность обусловлено попаданием ОГ как на поверхность растений, так и в клетки (с почвенными водами). Особенно растения чувствительны к оксидам серы, оксидом азота, а также соединениям оксидов азота с углеводородами. Так, например, урожайность сельскохозяйственных культур снижалась в среднем на 15,4 % при расстоянии 5 км от источника вредных выбросов и на 31,8 % при расстоянии 2–3 км. В пределах 100 м от дорог с интенсивным движением урожайность зерновых и зеленой массы снижается на 30 %, картофеля – на 45 %, овощей – на 50 %. При значительном загрязнении атмосферы повышается восприимчивость сельскохозяйственных культур к болезням, происходит преждевременное опадание листьев, нарушаются сроки цветения, а урожайность таких культур, как картофель, горох, цитрусовые, снижается примерно вдвое [3].

Следует отметить, что в отработанных газах дизельных двигателей содержится большое количество малотоксичных и токсичных веществ, которые негативно влияют на организм человека, а также на окружающую среду (ОС).

Состав ОГ ДВС в большой мере обуславливается типом используемого топлива. При замене ДТ на смесевое топливо СТ на основе рапсового масла (РМ) количество токсичных компонентов, выбрасываемых в ОС силовыми установками тракторов, изменится.

В табл. 2 представлена сравнительная характеристика ДТ, рапсового масла и смеси из ДТ и рапсового масла.

Таблица 2. Сравнительная характеристика ДТ, рапсового масла и биотоплива

Показатели	ДТ (Л/З), ГОСТ 305-82	Рапсовое масло	25 % ДТ 75 % рапсового масла
1	2	3	4
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	42,5	37,2	38,3
Плотность при 20 °С, кг/м	860/810	915	890
Вязкость при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с	3–6/1,8–5	78	38,2
Температура, °С:			
- помутнения	–5/–25	–9	–9
- застывания	–10/–35	–18	–16
- воспламенения	543	593	583
Цетановое число, ед.	45	41	42
Йодное число, г/100 г	6	9,7–10,3	9
Кислотность, мг КОН/100 см	5	6,1	6
Содержание по массе, %:			
- углерода	86,4	78,3	80,3
- водорода	12,1	12,8	12,95
- кислорода	0	8,895	6,52
Коксуемость 10 % остатка, %	0,3	0,43	0,4
Массовая доля серы, %	0,5	0,05	0,16
Содержание фактических смол, мг-100 см	40/30	–	–

Согласно результатам комплексных исследований, проведенных в ГНУ ВИМ на силовой установке трактора МТЗ-80, при использовании в качестве топлива смеси, содержащей 75 % РМ и 25 % ДТ, было отмечено снижение содержания СО, СН и твердых частиц в ОГ в два раза, однако произошло увеличение на 8 % выбросов NO [4].

Установлена связь режима работы силовой установки трактора с изменением выброса токсичных компонентов при замене ДТ на РМ. По исследованиям, проведенным Д. Д. Матиевским, С. П. Кулманак-вым, А. В. Шашевым на двигателе УК-2, представляющем собой од-ноцилиндровый отсек двигателя серий Д-440 и Д-460, при переходе с ДТ на РМ наблюдается уменьшение выбросов оксидов азота от 5 до 30 % в зависимости от нагрузки на дизель. Нагрузка также влияет на изменение других токсичных компонентов в ОГ при использовании в качестве топлива вместо дизельного топлива рапсовое масло. Выбросы твердых частиц (ТЧ) на малых нагрузках практически одинаковы, на средних нагрузках при переходе с нефтяного топлива на растительное снижение доходит до 100 %, на номинальном режиме уменьшение составляет 20 %. Изменение количества оксида углерода носит не-сколько иной характер. При малой нагрузке содержание данного ком-

понента одинаково как для ДТ, так и для РМ. На средних нагрузках выбросы CO с ОГ снижаются на 20...25 %. На режимах номинальной мощности и близких к нему выбросы CO увеличиваются на 100...120 %.

Исследования, проведенные в МГТУ им. В. П. Горячкина на смеси ДТ с РМ с соотношением компонентов 1:1, свидетельствуют о сокращении на 15...20 % выбросов NO, на 30...35 % сажи и на 10...15 % CO и СН [5].

При использовании рапсового масла и смеси из ДТ и рапсового масла уменьшаются выбросы в окружающую среду токсичных веществ.

Необходимо подчеркнуть, что для производства биотоплива используются следующие виды растений: в Беларуси и Европе – рапс, в России – рапс и подсолнечник, в США – соя, в Бразилии – соя и касторовое масло, в Китае – хлопок и водоросли.

Процесс производства биодизельного топлива из растительного масла считается относительно несложным. В очищенное от механических примесей масло добавляют метиловый спирт и щелочь, которая служит катализатором реакции переэтификации.

Схематически это можно представить так: семена рапса – процесс прессования – растительное масло – добавка в масло метанола и щелочи – процесс переэтификации – разделение с очисткой на дизельное биотопливо (биодизель) и глицерин. Установлено, что из 1 т семян рапса можно получить 300 кг рапсового масла, а из этого количества масла – около 270 кг биодизельного топлива и 30 кг глицерина, из которого производятся моющие средства, жидкое мыло и фосфорные удобрения.

Биодизель по продуктам сгорания значительно чище дизельного топлива из нефти: выброс сажи меньше на 50 %, оксида углерода (CO) – на 10...12 %, чем при использовании дизельного топлива.

По этой причине системные преимущества биотоплива и поддержка этого направления обеспечили, начиная с 2000 года, быстрый рост производства моторного биотоплива – биоэтанола и биодизеля.

Преимущества биологических видов топлива:

- биотопливо относится к возобновляемым источникам энергии. Если запасы нефти – ископаемый конечный ресурс, то сырье для получения биотоплива (в основном – сельскохозяйственные энергоемкие культуры и отходы их переработки, в перспективе – водоросли и т. д.) – ресурс возобновляемый, который может постоянно воспроизводиться в необходимых для потребления количествах;

- экологическая нейтральность (безопасность) использования биотоплива. Широкое внедрение биотоплива рассматривается как один из наиболее эффективных способов противостоять глобальному потеплению. Сжигание биотоплива не приводит к образованию большого объема углекислого газа, а значит – снижает влияние парникового эффекта. Современные исследования показали, что использование автомобильного биотоплива на 65 % снижает выброс парниковых газов. Кроме того, выращивание растений и сельхозкультур, идущих на переработку для получения биотоплива, приводит к частичному поглощению оксида углерода, находящегося в атмосфере;

- низкая стоимость – именно топливный кризис стал причиной резко возросшего интереса к биотопливу и массовому его внедрению. В целом стоимость биотоплива для автомобилей почти на порядок ниже, чем стоимость обычного топлива (бензина или дизельного топлива). Важно, что оно меньше подвержено колебанию цены, ведь цена бензина напрямую связана с текущей стоимостью нефти на международных спекулятивных рынках. Поэтому стабильная цена биотоплива позволяет делать более точные экономические прогнозы и планировать развитие бизнеса;

- использование биотоплива позволяет экономить на обслуживании автомобиля, особенно когда речь идет о моделях двигателей, специально адаптированных под биотопливо. Как известно, со временем бензиновый двигатель увеличивает выбросы CO<sub>2</sub>, что требует дополнительных затрат для контроля за уровнем выбросов. Еще один плюс – использование биотоплива снижает загрязнение двигателя (при сгорании не образуется сажа и гарь), не засоряется топливная система – все это в комплексе приведет к снижению затрат на проведение техобслуживания;

- мобильность – использование, например, электромобилей напрямую связано с развитием сети электрозаправок, что требует дополнительных капиталовложений. Кроме того, зарядка аккумулятора не может быть выполнена в течение малого времени – это достаточно длительный процесс. Для автомобильного биотоплива может быть задействована уже существующая инфраструктура автозаправок. Отдельно стоит отметить тот факт, что биотопливу для автомобилей очень легко доставить к пункту заправки, оно стабильно и не теряет своих свойств во время доставки;

- энергетическая независимость – импорт энергоносителей (нефти и продуктов ее переработки, природного газа) не только негативно сказывается на бюджете любой страны (ведь деньги фактически вы-

мываются из экономики), но ставит страну в зависимость от внешних поставок. В случае кризиса и ограничения или прекращения поставок энергоносителей экономика страны может быть практически полностью парализована. Поиск новых поставщиков, смена логистики и маршрутов перевозки – все это потребует значительных временных и финансовых вложений. Производство биотоплива для автомобилей, которое может быть налажено с использованием местного сырья, позволит любой стране повысить собственную энергетическую независимость, сократив внешние поставки. При этом значительные средства останутся внутри страны, что положительно скажется на потенциале экономического развития. Кроме того, организация производства биотоплива – это дополнительные рабочие места, а это еще один положительный фактор для экономики;

- безопасность использования – биотопливо для автомобилей не токсично, не имеет резкого запаха, не может вызвать отравление. При его использовании существенно снижается опасность загрязнения почвы, ведь разлитое топливо, попав в землю, быстро разлагается под воздействием микроорганизмов.

Производство биотоплива в развивающихся странах идет ускоренными темпами. Эта тенденция разворачивается в рамках курса «на устойчивое развитие и обеспечение построения экономически, социально и экологически устойчивого будущего для нашей планеты, для нынешнего и будущих поколений». Развивающиеся страны связывают с производством биотоплива возможность придать новый импульс своему аграрному сектору, повысить доходы сельского населения, а также снизить зависимость от импорта энергоресурсов, уменьшить нагрузку на окружающую среду, сохранить невозобновляемые минеральные ресурсы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Производство биотоплива в развивающихся странах: проблемы и перспективы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/zhidkoe-biotoplivo-problemy-i-perspektivy-sozdaniya-i-ispolzovaniya>. – Дата доступа: 09.11.2019.
2. Проблемы загрязнения атмосферы продуктами сгорания [Электронный ресурс] // Наука и новые технологии. – Режим доступа: <https://www.eprussia.ru/epr/106/8253.htm>. – Дата доступа: 10.11.2019.
3. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.
4. Использование биологических добавок в дизельное топливо / В. М. Федоренко [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформротехник», 2007. – 52 с.

5. Карташевич, А. Н. Применение топлива на основе рапсового масла в тракторных дизелях / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, В. С. Товстыка. – Киров: Типография «Авангард», 2014. – 144 с.

УДК 631.544.7

## ПОСЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПОД МУЛЬЧИРУЮЩУЮ ПЛЕНКУ

К. Л. ПУЗЕВИЧ, канд. техн. наук, доцент

В. И. КОЦУБА, канд. техн. наук, доцент

В. В. ПУЗЕВИЧ, аспирантка

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

А. И. ФИЛИПОВ, канд. техн. наук, доцент

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,  
Гродно, Республика Беларусь

**Введение.** Качество почвы в первую очередь определяет успех любого аграрного проекта. Почва – сложнейшая система взаимодействующих между собой минералов, органических соединений и живых организмов, формировавшаяся миллионы лет, но очень хрупкая и легко разрушаемая неразумным хозяйствованием. А значит, почву нужно не только умело использовать, но и защищать. И одним из очень эффективных методов защиты почвы является мульчирование.

Мульчирование – это защита почвы укрывным материалом (либо естественным путем, образовавшимся на том же поле, либо специально завезенным на участок органическим или синтетическим).

**Основная часть.** Почву необходимо защищать от:

1. Водной и ветровой эрозии. Все то полезное и ценное, что накапливалось миллионы лет, превращаясь в почву, может быть смыто и унесено ветром за считанные часы. К похожим проблемам приводят и летние ливни, даже на небольших склонах.

2. Пересыхания. Это, пожалуй, самое важное из преимуществ мульчирования. Даже в самых засушливых климатических зонах выпадает 300–350 мм осадков за год. Это практически покрывает потребности ряда культур. Но только небольшая часть этой воды усваивается растениями, ведь львиная доля осадков, как правило, выпадает осенью-зимой и к моменту пикового потребления эта влага уже ушла, испарилась из почвы. Прикрыть землю мульчирующим материалом – значит сохранить эту воду для растений.