ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ

ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

(ГНУ ВИМ Россельхозакадемии)

04.2.01 0 63 2 73

Кочетков Максим Николаевич

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

ЭНЕРГОАВТОНОМНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО

ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ЗАМЕЩЕНИИ ДИЗЕЛЬНОГО

ТОПЛИВА РАПСОВЫМ МАСЛОМ

Специальность 05.20.01 - технологии и средства механизации сельского хозяйства

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель, к.т.н. Г.С. Савельев

МОСКВА-2010

Введение 5

1. Анализ технологий и технических средств производства и

использования биодизельного топлива 9

1.1. Общие положения 9

1.2. Характеристика растительных масел и требования к качеству

сырья для производства метилэфира 13

1.3. Энергобаланс производства биодизельного топлива из рапсового

масла 17

1.4. Производство рапсового масла для использования в качестве

топлива 19

1.5. Производство метилэфира рапсового масла 22

1.6. Технологические схемы производства биотоплив второго

поколения 26

1.7. Биотоплива третьего поколения 30

1.8. Потенциальные возможности производства биодизельного

топлива в России 31

1.9. Обоснование выбора энергетической установки 33

1.10. Выводы 41

2. Оптимизация конструкционных параметров и режимов работы

топливной аппаратуры тракторного дизеля при работе на рапсовом масле 44

2.1. Общие положения 44

2.2. Расчет участка топливной системы: бак — топливоподкачивающий

насос 45

2.3. Расчет участка топливной системы низкого давления:

топливоподкачивающий насос - насос высокого давления 47

2.4. Гидродинамический расчет процесса топливоподачи дизеля Д-

440 при использовании рапсового масла в качестве топлива 51

2.5. Определение гидравлической характеристики распылителя 56

2.6. Результаты расчета процесса топливоподачи рапсового масла :. 58

3. Организация производства и использования рапсового масла в качестве

топлива в сельскохозяйственном предприятии 63

3.1. Технические средства реализации технологии адаптации

двигателя Д440 к работе на рапсовом масле 63

3.2. Организация энергоавтономного сельскохозяйственного предприятия при использовании биологического моторного топлива

из возобновляемых источников энергии 68

3.3. Оценка уровня энергоавтономности сельскохозяйственного

предприятия по дизельному топливу при его замене на чистое рапсовое масло 71

4. Программа и методика экспериментальных исследований по

определению влияния использования альтернативных топлив на энергетические, экологические показатели и параметры рабочего процесса дизеля 76

4.1. Цель исследований и объекты испытаний 76

4.2. Программа проведения исследований 78

4.3. Методика определения физико-химических и моторных

показателей биодизельного топлива с различным соотношением компонентов 80

4.4. Методика проведения безмоторных исследований топливной

аппаратуры дизеля Д-440 81

4.5. Методика проведения исследований работы дизеля Д-440 при

работе на рапсовом масле и смесевом топливе из рапсового масла 84

4.6. Методика определения закоксовывания распылителей и оценки

влияния использования рапсового масла на моторное масло 91

4.7. Эксплуатационные испытания 94

5. Результаты экспериментальных исследований энергетических и

экологических показателей дизеля при работе на рапсовом масле 97

5.1. Характеристика исследуемого образца 97

5.2. Результаты исследований физико-химических свойств топливных

композиций 98

5.3. Результаты экспериментальных исследований рабочего процесса,

мощностных, топливно-экономических показателей тракторных дизелей при работе на топливе из рапсового масла 100

5.4. Результаты экспериментальных исследований экологических

показателей тракторных дизелей при работе на топливе из рапсового масла 111

5.5. Регистрация снижения мощности при работе на топливе из

рапсового масла 115

5.6. Определение расхода моторного масла 116

5.7. Результаты стендовых испытаний коксования распылителей

тракторного дизеля Д-440 при работе на рапсовом масле 118

5.8. Динамика коксования распылителей дизеля при работе на .

рапсовом масле 124

5.9. Оценка нагарообразования в цилиндро-поршневой группе 126

5.10. Результаты эксплуатационных исследований 128

5.11. Выводы по результатам исследований 131

6. Коммерческая эффективность производства и использования рапсового масла 134

6.1. Коммерческая эффективность производства рапсового масла 134

6.2. Коммерческая эффективность производства метил эфира

рапсового масла 143

Выводы и рекомендации 149

Литература 151

Приложения 162

Актуальность темы. Снижение затрат на моторные топлива, доля которых в себестоимости сельскохозяйственной продукции уже превышает 30%, - одна из самых актуальных задач. Кардинальным ее решением может быть применение альтернативных моторных топлив, цена которых в разы ниже нефтяных топлив. В настоящее время наиболее реальной альтернативой нефтяным моторным топли-вам в сельском хозяйстве являются биотопливо на основе растительных масел, спиртов, газомоторное топливо (ГМТ), и жидкое синтетическое топливо из био-массы. \*

Применительно к сельскохозяйственному производству приоритет принад-лежит биологическим моторным топливам на основе растительных масел и обез-воженных спиртов, а также ГМТ.

Развитие производства и использования биомоторпого топлива из возоб-новляемых источников объясняется, прежде всего, стремлением обеспечить энер-гетическую безопасность, сохранить ресурсы традиционных топлив, диверсифи-цировать сельскохозяйственное производство.

При осуществлении работы дизелей на рапсовом масле (РМ) и смесевом то-пливе из РМ (СТРМ) с дизельным топливом (ДТ) имеется возможность обеспе¬чить высокий уровень энергоавтономности сельского хозяйства и значительно снизить себестоимость производимой продукции. 4

Длительное время ведутся работы по возможности использования в дизелях биодизельного топлива (БДТ) в виде метилэфира РМ (МЭРМ) (европейское на-звание - биодизель, или RME) чистого РМ и СТРМ. Результаты, полученные при лабораторных испытаниях и в реальной эксплуатации, не дают возможности ре-комендовать использование РМ и СТРМ для всех двигателей. Требуется проведе-ние исследований в направлении адаптации двигателей с учетом конструктивных особенностей и организации рабочего процесса, а также в направлении улучше-ния химмотологических свойств БДТ из РМ.

Выводыирекомендации

 СучетомрекомендованныхтехнологийитехническихсредствадаптациидизелейкработенаРМобеспечиваетсяуровеньэнергоавтономностисельскохозяйственногопредприятияпоДТболее

 РекомендованследующийминимальныйкомплектоборудованиядлявнутрихозяйственногопроизводстваРМпотехнологиихолодногоотжиманаборпрессовмалойпроизводительноститипаККпресскамерныхфильтровтипаККФемкостьдлясмешиваниямасласкизельгуромемкостьдляхранениямасла

 ТеоретическиерасчетыпоказалиотсутствиевхарактеристикахтопливоподачиРМфакторовпрепятствующихегоиспользованиювисследуемойтопливнойсистемедизеляДТопливнаясистемадизеляобеспечиваетнеобходимуюцикловуюподачуРМбезсущественногоизмененияконструкции

 БезизменениярегулировоктопливнойаппаратурыприадаптациидизеляЧНкработенаБДТприиспользованииРМвкачестветопливапосравнениюсДТполученоснижениемощностинакВткорректорногозапасакрутящегомоментанаувеличениечасовогорасходатопливанамассовогоудельногорасходатопливанаприэтомудельныйэффективныйрасходтеплотыМДжкВтчснижаетсяаэффективныйКПДувеличиваетсянаПриработенаРМуменьшаютсяудельныемассовыевыбросыуглеводородовСНнаоксидовазотанамонооксидауглеродаСОнаИсследованиярабочегопроцессанарежимахноминальноймощностиимаксимальногокрутящегомоментаприработенаРМпоказалиснижениесреднегоиндикаторногодавленияРДнамаксимальногодавлениягазоввцилиндренамаксимальнойскоростинарастаниядавлениявцилиндрена

 ПриработенаРМкоксованиераспылителейфорсуноксоставилоинаходитсявпределахдопуска±Суммарнаязагрязненностьцилиндропоршневойгруппыоцененавбалловпобальнойшкале

 ПорезультатамисследованийдизеляДприработенаРМоптимальныемощностныетопливноэкономическиепоказателиполучаютсяприувеличенииэффективногопроходногосеченияраспылителейфорсунокнаподогреветопливаиштатномуглеопережениявпрыскафопвпрградпкв

 РазработанаконструкторскаядокументациянакомплектадаптацииавтотракторныхдизелейдляработынаБДТнаосновеРМвкоторойпредусмотренавозможностьавтоматическогопереключенияподачиДТиРМАдаптированнаясистематопливоподачивключаетустановкураспылителейфорсуноксувеличеннымнаэффективнымпроходнымсечениемтеплообменникадляподогреватопливаотсистемыохлаждениятопливозаборникаитопливопроводасувеличеннымпроходнымсечениемисистемысавтоматическимилиручнымпереключениемсДТнаРМиобратно

 РазработанырекомендациипопроизводствуииспользованиюБДТизРМвкоторыхпредусматриваетсяпереключениесРМнаДТвследующихрежимахработыдвигателяпускхолодногодвигателяипрогревдотемпературыохлаждающейжидкостиболее°СнахолостомходуипримощностименеепереддлительнойостановкойдвигателяПриэтомрекомендуетсяиспользоватьРМполученноепотехнологиихолодногоотжима

ПорезультатамрасчетакоммерческойэффективностивнутрихозяйственногопроизводстваРМнаоборудованииЗАОБелогорьепроизводительностьютвгодсредняясебестоимостьРМижмыхасоставляетрубкгприценемаслосемянрубкгииспользованиижмыханасобственныенуждыПриреализациижмыханасторонупоценерубкгсебестоимостьРМснижаетсядорубкгтеприиспользованииРМвкачестветопливаегостоимостьвразанижеценыДТГодовойЧДДравенмлнрубсрококупаемостикапвложенийнаприобретениеоборудованиямлнрубсучетомдисконтасоставляетменеегода