МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА /

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 1

Московский государственный агроинженерный университет J

имени В.П. Горячкина У

04.'2.01 0 50 5 4 4 ' Ня правах рукописи

Закарчевский Олег Владимирович Q

УДК 631.173:629;631173

УЛУЧШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЯГОВО-ТРАНСПОРТНОГО

СРЕДСТВА С КОМБИНИРОВАННОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКОЙ

ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА

Специальность 05.20.01 — Технологии и средства механизации сельского

хозяйства

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель: Д.т.н., профессор Дидманидзе О.Н.

МОСКВА 2009

Содержание 2

Список сокращений 4

Глава 1 Состояние вопроса и задачи исследования 10

1.1 Характеристики диметилэфира 10

1.2. Показатели выбросов при работе по внешней характеристике 13

1.3. Расчётный анализ характеристик двигателя

при различной степени сжатия и разных законах регулирования 17

1.4 Комбинированная энергоустановка 18

1.5 Результаты работ по созданию гибридных

электрических транспортных средств зарубежных фирм 20

4

1.6 Тяговый электродвигатель 29

1.7 Обоснование выбора вентильно-индукторной машины 33

1.8. Выводы по главе 1. Обоснование цели и задач исследования ‘ 37

Глава 2. Мероприятия по снижению токсичности отработавших газов путем использования альтернативных видов топлив ; 41

2.1. Постановка задачи 41

2.2 Альтернативные топлива 43

2.2.1 Диметилэфир 47

2.2.2. Биодизельное топливо (рапсовое масло) 51

2.2.3. Спирты 55

2.3. Тепловой расчет двигателя при работе на альтернативных

топливах 59

2.3.1 Определение параметров рабочего тела 60

2.3.2 Расчёт основных процессов цикла 60

2.3.3 Показатели цикла и двигателя в целом 65

2.3.4 Результаты теплового расчета для альтернативных топлив 68

2.4 Пути реализации применения альтернативных топлив

на дизеле 82

2.4.1. Многотопливная эксплуатация 82

2.4.2 Работа на спиртах 84

2.4.3 Работа на диметиловом эфире 87

2.5 Выводы по главе 2 90

Глава 3. Функционирование комбинированной энергоустановки 91

3.1 Работа маховичного стартер-генератора в режиме пуска 91

3.1.1 Определение момента сопротивления пуска ДВС 91

3.1.2 Определение момента пуска, который может обеспечить МСГ 92

3.2 Разгон автомобиля ЗИЛ-5301 при использовании МСГ 93

3.2.1 Определение энергии выдаваемой МСГ при разгоне 93

3.2.2 Определение времени разгона и работы совершаемой МСГ

при разгоне автомобиля ЗИЛ-5301 до скорости бОкм/ч 95

3.2.3 Определение пути разгона ЗИЛ-5301 до скорости

бОкм/ч без электродвигателя и с электродвигателем 107

3.3. Выводы по главе 3. 115

Г лава 4. Экспериментальные исследования 116

4.1. Программа-методика испытаний комбинированной

энергоустановки на базе трактора ВТЗ-2048А 116

4.2. Описание экспериментальной установки 117

4.3. Анализ и заключение по результатам испытаний 120

4.4. Выводы по главе 4 122

Глава 5. Экономическая эффективность 123

5.1. Обоснование 123

5.2 Определение годового расхода топлива 123

5.3 Определение эксплуатационных затрат 127

5.4 Экономическая оценка эксплуатационных затрат 128

5.5. Выводы по главе 5. 130

Общие выводы 131

Список используемой литературы 132

Приложение 141

Список сокращений

БУ - блок управления

ВИМ - вентильно-индукторная машина

ВСХ - внешняя скоростная характеристика

ГТС - гибридные транспортные средства

ДВС - двигатель внутреннего сгорания

ДТ - дизтопливо

ДЭМ - диметиловый эфир

ИМ - индукторная машина

КЭУ - комбинированная энергоустановка

МТС - маховичный стратер-генератор

ОГ отработавшие газы

ТА - топливная аппаратура

ТНВД - топливный насос высокого давления

ТТС - тягово-транспортные средства

ТЭД - тяговый электродвигатель

В современном мире в связи с постоянным ростом потребления нефтепродуктов и сокращения их запасов необходимо искать альтернативные виды топлив.

Одна из острейших экологических проблем больших городов — прогрессирующее загрязнение их воздушного бассейна вредными выбросами двигателей внутреннего сгорания (в Москве в 1986 г. - 870 тыс. т, в 1995 г. —

1,7 млн. т, в 2005 г. - более 2,5 млн. т.). Известные способы снижения токсичности двигателей, такие, как применение каталитической обработки выхлопных газов, использование альтернативных топлив типа метанола, этанола, природного газа не приводят к радикальному решению указанной проблемы. Одним из выходов может стать приспособление двигателей к работе на новом альтернативном топливе — диметиловом эфире (ДМЭ). Его благоприятные физико-химические показатели способствуют полному устранению дымности выхлопных газов и снижению их токсичности (а также шумности). Потребуется модификация двигателя. Но он останется тем же двигателем внутреннего сгорания. Потребуется переделать и инфраструктуру снабжения - вместо обычных автозаправок появятся станции заправки диметиловым эфиром.

Работы в указанном направлении проводятся уже достаточно длительное время. В частности, еще в 2002 г. вышло Постановление Правительства Москвы и была принята Городская целевая программа использования альтернативных видов моторного топлива на автомобильном транспорте. Она предусматривала использование диметилового эфира в качестве моторного топлива для дизелей, расширение диапазона применения сжиженного углеводородного газа пропан-бутана как альтернативы бензину, создание транспортных средств с энергоустановками на основе электрохимических генераторов с воздушными топливными элементами, а также разработку тягово-транспортных средств (ТТС) с комбинированными

энергоустановками (КЭУ). Новый импульс развитию работ в данном направлении, очевидно, придаст практическая реализация специального распоряжения Правительства Москвы от 17 мая 2004 г. № 941-РП «Об организации работ по внедрению диметилового эфира на транспорте в качестве экологически безопасного альтернативного моторного топлива». Выполнение положений этого документа позволит осуществить перевод дизельных двигателей, которые в настоящее время не в полной мере соответствуют стандарту Евро-2, в режим, соответствующий требованиям Евро-3.

Общиевыводы

 МощностьиэкономичностьвэнергетическомэквивалентедвигателяприпитанииегодиметиловымэфиромидизельнымтопливомоказалисьпрактическиодинаковымиНавсехрежимахвключаярежимзапускаихолостогоходадвигательвнутреннегосгоранияустойчивоработалнадиметиловомэфиреприполностьюбездымномвыхлопекоэффициентоптическойплотностиКвтовремякакприработенадизельномтопливенаблюдалсятипичныйдлядизелейуровеньдымностиотработавшихгазовсоответствующийК

 СниженияуровнявыбросовСОиСНзарегистрированноговопытахсдиметиловымэфиромнамалыхнагрузкахможнодобитьсяпутемоптимизациитопливоподачиивоздухоснабженияПрименениекаталитическогонейтрализатораприработедвигателянадиметиловомэфиреведеткпрактическиполномуустранениювредныхвыбросов

 УстановленочтопредпочтительнымальтернативнымтопливомявляетсядиметиловыйэфирИзначальнооннаходитсявсжиженномсостоянииаужевцилиндрпопадаетвгазообразномсостоянииДляоптимальнойработыдвигателянадиметиловымэфиромлучшеиспользоватькачественноерегулированиечемколичественноеисмешанноекотороеобеспечиваетсяэлектроннымблокомуправленияследящимзаработойэлектромагнитногодозаторагаза

 ПолученочтостартергенераторзначительноулучшаетдинамикуразгонаЗИЛдокмчинаибольшийэффектнаблюдаетсяприподключениимаховичногостартерногогенераторастретьейпередачи

 ПроведеннымистендовымииспытаниямипоспециальнойпрограммекомбинированнойэнергоустановкинабазетрактораВТЗАустановленочтовмоментповышениянагрузкинаведущихколесахпроисходитувеличениемощностинаколесахнаснижениерасходатопливадоснижениедымностина

 Установленочтоэкономическийэффектотвнедренияразработкисоставляеттысрасрококупаемости—года