

ISBN 978-83-66216-48-8

И.Ф. Мирзаев

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАКТОРА МТЗ-80Х

В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНА

Монография



 iScience

Варшава, Польша - 2021

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**АНДИЖАНСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И АГРОТЕХНОЛОГИЙ**

И.Ф. Мирзаев

МОНОГРАФИЯ

**ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАКТОРА
МТЗ-80Х В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНА**

Варшава-2021

*Монография рассмотрена и утверждена на заседании Учебно-методического Совета и рекомендована к печати
(03 января протокол №3 2021 года)*

Одним из важнейших условий рационального использования сельскохозяйственной техники является подготовка высоко квалифицированных специалистов для сельского хозяйства. Специалисты направления «Агроинженерия» в области механизации сельского хозяйства должны хорошо знать не только научно-теоретические основы эксплуатации машин в сельском хозяйстве и методику расчетов, но и также прогрессивную технологию сельхозработ, иметь практические навыки в области рационального использования машинно-тракторного парка конкретных природно-климатических условиях хозяйств.

Монография предназначена для научных работников, докторантов, магистрантов по специальности 5А430101 - «Механизация сельского хозяйства» (Эксплуатация сельскохозяйственной техники, восстановление и ремонт.), 5А450301 - «Механизация гидромелиоративных работ», преподавателей и специальностей бакалавриата:

5630100 - механизация сельского хозяйства;

5000100 - эксплуатация сельскохозяйственных машин;

5140900 - профессиональное образование по механизации сельского хозяйства

Особенности эксплуатации трактора МТЗ-80Х в условиях среднеазиатского региона. Монография / И.Ф. Мирзаев – Варшава: iScience Sp. z.o.o. – 2021. – 114 с.

ISBN 978-83-66216-48-8

© И.Ф. Мирзаев 2021

© iScience Sp. z o. o.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА I. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ	7
1.1 Общая характеристика загрязнённости дизельного топлива	7
1.2 Причины, источники и состав загрязнений дизельного топлива	9
1.3 Особенности эксплуатации тракторных дизелей в природно-климатических условиях Республики Узбекистан.....	12
1.4 Топливные системы двигателей хлопководческих тракторов.....	19
1.5 Анализ надёжности топливной аппаратуры тракторных дизелей.....	23
1.6 Очистка дизельного топлива в топливных системах двигателей	25
1.7 Выводы. Цель и задачи исследования	28
ГЛАВА II. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ПРИ РАБОТЕ ТРАКТОРОВ В ХЛОПКОВОДСТВЕ	31
2.1 Методики исследований	31
2.1.1 Методика исследования запылённости воздуха	32
2.1.2 Методика исследования параметров окружающей среды	37
2.1.3 Методика исследования загрязнённости дизельного топлива	39
2.1.3.1 Отбор проб топлива.....	39
2.1.3.2 Определения содержания механических примесей в дизельном топливе.....	41
2.1.3.3 Определение дисперсного состава загрязнений в дизельном топливе.....	42
2.2 Результаты исследования запыленности воздуха.....	44
2.3 Результаты исследования параметров окружающей среды	47
2.4 Результаты исследования загрязненности дизельного топлива	48
2.5 Обобщение результатов и формулировка условий процессов загрязнения и очистки дизельного топлива	54
2.6 Выводы	56

ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА	58
3.1 Теоретическое обоснование моделирования условий эксплуатации системы питания тракторов	58
3.2 Разработка стенда для исследования процессов накопления и очистки от загрязнений топлива, дизельной топливной аппаратуры	65
3.3 Методика моделирования загрязненности дизельного топлива в топливной системе	70
3.4 Выводы	78
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА СТЕНДЕ	80
4.1 Влияние основных факторов на загрязненность дизельного топлива в баке	80
4.2 Исследование дополнительных средств обеспечения чистоты дизельного топлива	84
4.3 Влияние основных факторов на ресурс фильтрующих элементов тонкой очистки топлива	87
4.4 Выводы	90
ГЛАВА 5. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ УСТ- РОЙСТВА ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПЫЛИ, ПОСТУПАЮЩЕЙ С ВОЗДУХОМ В ТОПЛИВНЫЙ БАК ТРАКТОРА. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ВНЕДРЕНИЯ	92
5.1 Разработка устройства для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом топливный бак трактора.....	92
5.2 Эксплуатационные испытания устройства для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора	96
5.3 Рекомендации по корректированию нормативов техниче- ского обслуживания и срока службы фильтрующих элементов тонкой очистки топлива	100
5.4 Выводы	102
5.5 ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ	103
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	105

ПРЕДИСЛОВИЕ

Социально-экономическое развитие Республики Узбекистан по обеспечению топливно-энергетической и продовольственной независимости, предусматривает экономию топливно-энергетических и природных ресурсов, повышение эффективности производства на основе эффективного использования современной техники.

Республика Узбекистан стала независимой страной. В новых условиях образование, образованность и профессионализм стали мерилом эффективности социально-экономических реформ. В этой связи и была принята национальная программа по подготовке кадров, которая является неотъемлемой частью национальной идеологии.

«Национальная идеология – это система политических, правовых, социальных, духовно-нравственных, религиозных, философских взглядов и идей, в которых осознается и оценивается отношение людей к действительности» [3].

Национальная идеология должна быть направлена на утверждение новых общественных отношений, социальных ценностей, быть открытой с целью достижения высших общественных целей и идей.

Сельскохозяйственное производство является центральным звеном национальной идеологии страны, так как оно является базой для достижения успехов во всех областях народного хозяйства республики. Поэтому правительство страны уделяет большое внимание развитию сельхозпроизводства и разработана программа развития сельского хозяйства на основе задач поставленных президентом Республики Узбекистан на 2017-2021 годы.

Главный путь подъёма сельского хозяйства и удовлетворения возрастающих потребностей страны в сельхозпродукции – всесторонняя механизация, последовательная интенсификация и фермерская организация производства.

Разработка технических решений по повышению сроков службы агрегатов топливной аппаратуры дизелей эксплуатируемых, в условиях жаркого и запыленного климата Республики Узбекистан определяет перспективность и актуальность данного вопроса.

Улучшение качества и рациональное применение топлива и смазочных материалов является одним из основных мероприятий повышения эффективности использования двигателей эксплуатируемых в условиях сельскохозяйственного производства. Качество топлива и конструкция двигателя взаимосвязаны друг с другом, поэтому вопросы повышения качества топлива и надёжности двигателя должны рассмотрены в тесной взаимосвязи друг с другом. Такая постановка задачи поз-

воляет не только повысить надежность работы двигателей, но и является основой для их дальнейшего совершенствования и снижения расхода топлива.

Коренные изменения произошли в технической оснащённости сельхозпроизводства. Основой технического перевооружения явилось привлечение зарубежной техники, совершенствование и развитие отечественного и сельскохозяйственного машиностроения.

В этих условиях необходимо знать правила эксплуатации и рационального использования тракторов, сельскохозяйственных машин а также транспортных средств.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Общая характеристика загрязнённости дизельного топлива

Долговечность и надёжность топливной аппаратуры дизельных двигателей в основном определяется чистотой топлива поступающего в топливный насос высокого давления (ТНВД). Чистота топлива это степень его загрязнённости микрочастицами органической и минеральной природы, появившимися в нем при транспортировании хранения и эксплуатации. Совершенствование конструкции дизельных двигателей в направлении повышения мощности, экономичности и надёжности привело к ужесточению работы агрегатов топливной системы дизеля.

Существенным резервом повышения надёжности и долговечности дизельных двигателей является качественная очистка топлив от механических примесей непосредственно перед подачей в ТНВД.

Под загрязнёниями понимают твердые, жидкие и газообразные вещества, оказывающие неблагоприятные действия на надёжность и ресурс работы топливной системы и двигателя в целом. Обычно в практике приходится встречаться с совокупностью различных по характеру и свойствам загрязнёний, которые состоят из частиц неорганического (металлы и минералы) и органического происхождения.

По своему физическому состоянию частицы загрязнёний могут находиться в твёрдом, жидком или в газообразном состоянии. К твёрдым загрязнёниям относятся металлические частицы, продукты износа, продукты коррозии (химической, электрохимической, биологической), атмосферная пыль и др. По данным Емельянова Л.А. /4/ В дизельное топливо попадают частицы почвенного мелкозема, которые относятся к микропыли (размером меньше 1 мкм), мелкой пыли (от 1 до 5 мкм), средней пыли (от 5 до 10 мкм) и крупной пыли (от 10 до 50 мкм).

По данным Энглина Б.А. (5) дизельное топливо, выдаваемое нефте базами, содержит от 100 до 120 г/т твердых загрязнёний. Установлено, что в неотстоявшемся топливе, перевозимом в бочках содержится более 0,03 % масс твердых загрязнёний.

Исследования загрязнённости дизельных топлив в условиях сельского хозяйства, проведенные А.И. Руденко и К.В. Рыбаковым (6), указывают на наличие в топливе загрязнёний размером от 1 до 500 мкм. Содержание механических примесей в дизельном топливе составляет 0,005...0,063% масс. Исследуя загрязнёния дизельных топлив при

транспортировкой Л.А. Емельянов (4) пришел к выводу, что концентрация загрязнёний в дизельном топливе после его транспортировки достигает 0,02...0,03 % масс.

В баках машин топливо подвергается дальнейшему загрязнению за счет остатка продуктов коррозии и атмосферной пыли, поступающей в баки при снижении уровня топлива и температуры окружающей среды. Кроме того, при движении автомобиля или трактора происходит перемешивание топлива в баке, что приводит к равномерному распределению загрязнёний по всему объему топлива, а следовательно, и к увеличению концентрации загрязнёний в топливе, поступающего в топливный насос высокого давления.

Высокая загрязнённость топлива в баках тракторов приводит к уменьшению ресурса фильтроэлементов тонкой очистки топлива, имеющих относительно малые размеры, а следовательно, и малые поверхности фильтрации.

По исследованиям Т.П. Карпекиной (7) содержание загрязнёний в топливе, поступающим в топливный насос высокого давления дизеля в зимний период составляет 0,0042 % масс., в летний 0,014 % масс.

Исследования загрязнённости дизельного топлива в топливных системах тракторов эксплуатируемых в условиях сельскохозяйственного производства, проведенные А.Н.Семерниным (8) показали, что механических примесей содержится: в топливном баке 0,004...0,021 % масс.; после (ФТО) фильтра тонкой очистки топлива 0,001...0,012 % масс.

В процессе хранения, транспортировки, перекачки, заправки и применения топливо обводняется, причем влага может находиться в разных видах-эмульсионном или в виде отстоя, в растворенном, в виде кристаллов льда при отрицательных температурах. Растворенная вода практически присутствует в топливе. Жидкие углеводороды способны растворять от 0,003 до 0,12 % воды в интервале температур от 0 до 40⁰ С (9). Свободная вода, находясь в топливе в виде мельчайших капель, образует водотопливную эмульсию, в которой вода составляет внутреннюю дисперсную фазу, а топливо-внешнюю среду.

1.2. Причины, источники и состав загрязнённый дизельного топлива

Процесс загрязнения дизельного топлива происходит на всем пути его следования от предприятия нефтяной промышленности до трактора, комбайна или другой сельскохозяйственной машины. Загрязнения начинаются с момента залива нефтепродукта в железнодорожную цистерну на заводе. В цистерну попадают продукты коррозии трубопроводов, пыль и влага из воздуха и др. Постепенно увеличивается засорение нефтепродуктов при хранении на нефтебазах, при транспортировке, хранении на нефтескладах совхозов и колхозов, тракторных бригад, а также при заправке тракторов и комбайнов. С попаданием пыли и влаги из воздуха в нефтепродукты значительно ухудшаются их эксплуатационные свойства.

По результатам исследований ряда авторов (9, 13, 22, 29, 30, 32, 33, 38, 62, 63, 65) основной причиной попадания пыли и влаги в нефтепродукты является контактирование их с запылённым и увлажнённым воздухом в процессе хранения, транспортирования, заправки и эксплуатации.

Загрязнения дизельного топлива состоят из продуктов неорганического и органического происхождения, воды, микроорганизмов (табл. 1,0, рис.1,0) (8). К загрязнениям неорганического происхождения относятся; атмосферная пыль, продукты коррозии металлов и их сплавов. По данным ряда авторов (10, 11, 12, 13), загрязнения, попадающие в дизельное топливо в виде пыли, на 60...80% состоят из кварца (SiO_2), который является составной частью глинозема и кремнезема, и оксидов металлов (ZnO . Fe_2O_3 . CaO . Al_2O_3). К аналогичному выводу в своих исследованиях пришел Л.А. Емельянов (4). Для Среднеазиатского района содержание этих компонентов составляет 65...98% (14), в зависимости от типа почвы.

По данным работ (15, 16), количество примесей в топливе, находящемся в баках тракторов, достигает 115...150 г/т, а в отдельных случаях – 650 г/т, и в значительной степени загружают средства очистки (17, 18). Как показано в работе (4), в одном литре топлива, слитом из бака трактора, обнаруживается более 2,5 г механических примесей. Содержание загрязнённый топлива в различных природно-климатических зонах страны различно и, по данным (19, 20, 21), колеблется в широких пределах (9...649 г/т).

Исследование физико-механического и гранулометрического состава загрязнённый посвящены работы многих исследователей (21, 10,

22, 23). Большая часть имеет неорганический характер, а органическая часть загрязнёний составляет 15...20% от общего количества. В неорганической части загрязнёний присутствуют частицы очень высокой твердости, превышающей в несколько раз твердость применяемых конструкционных материалов, что способствует повышенному износу деталей. По данным М.М. Севернёва (24) твёрдость основных составляющих минеральных примесей (по десятибалльной шкале Мооса) составляет: оксида алюминия, кварца, шпатов соответственно -9,7 и 6...6,5 баллов; микротвердость – 20000...2100, 10500...11300 и 6950...7200 МПа, тогда как твердость рабочих поверхностей прецизионных деталей колеблется в пределах 7...8 баллов (25), микротвердость 8000...11000 МПа. По мнению многих исследователей (19, 26, 27, 28, 29) гранулометрический состав загрязнёний топлива включает в основном частицы размером до 30 мкм. Присутствие в топливе более крупных частиц ряд авторов объясняет несоблюдением требований к транспортировке и хранению топлива (4, 28).

В дизельном топливе кроме примесей органического и минерального происхождения имеется вода (8, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39). Содержание воды в топливе, согласно требованиям ГОСТ 305-82, не допускается. Однако, в процессе движения трактора после заправки ее содержание в топливном баке повышается. Это связано с колебанием уровня топлива в баке, при этом происходит «дыхание» бака через вентиляционные отверстия крышки. Это приводит к проникновению в топливный бак частиц загрязнёний, содержащих поровую влагу, влажного воздуха, выделяющего конденсат при охлаждении. Содержание воды в топливе колеблется в пределах 0,0003...0,001 % по массе (38).

Роль воды не ограничивается воздействием, которое она оказывает на процессы окисления и коррозии, ведущие к увеличению количества загрязнёний. Вода является одним из наиболее активных веществ, способствующих коагуляции твёрдых частиц загрязнёний и возникновению агрегатов, включающих смолистые вещества и неорганические частицы.

Отрицательное влияние на эксплуатационные свойства дизельного топлива оказывает свободная вода, находящаяся в топливе в виде эмульсии, что объясняется образованием, в этом случае большой поверхности контактирования топлива с водой. В присутствии воды значительно повышается склонность дизельного топлива к окислению и накоплению загрязнёний в виде нерастворимого осадка.

Отрицательное влияние на эксплуатационные свойства дизельного топлива оказывают углеводородная среда и меркаптаны /27, 28/. Наличие в топливе меркаптанов способствует образованию смолистых веществ и нерастворимых осадков, что является одной из причин выхода из строя фильтров тонкой очистки топлива. Особенно интенсивно этот процесс протекает при контакте топлива с медью и кадмием. Образующиеся смолистые вещества, обладая малой стабильностью, превращаются в асфальтены, которые при дальнейшей полимеризации переходят в более твердые соединения-карбены и карбиды /40, 41, 42/.

В топливах присутствуют поверхностно-активные вещества, в значительной степени способствующие процессу укрупнения частиц загрязнений. Они также способствуют образованию стойких водных эмульсий, что приводит к быстрому выходу из строя фильтрационных элементов и нарушает нормальную работу двигателя /43, 44, 45/.

К числу поверхностно-активных веществ, попадающих в топливо в процессе переработки нефти можно отнести сульфаты и нафтенаты натрия. Органические загрязнения топлива не влияют на абразивный износ деталей, но их наличие в топливе может в значительной степени снижать ресурс фильтрационных элементов и способствовать образованию нагара на распылителях форсунок /46/.

В настоящее время известны сотни типов микроорганизмов, развивающихся в углеводородных топливах. До недавнего времени считалось, что наличие микроорганизмов в топливе характерно только для южной климатической зоны. Однако исследования /7/ показали, что наличие микроорганизмов свойственно также топливам в средней климатической зоне.

Количество микроорганизмов в топливе может быть значительным. Так например, за 14 месяцев хранения топлива в резервуаре в подтоварной воде было обнаружено 62 млн. колоний бактерий, на границе водного и топливного слоя-196 млн.колоний, а в топливном слое, над воды-530 тые.колоний /47/.

Наличие микроорганизмов в топливе интенсифицирует процессы коррозии деталей топливной аппаратуры. Интенсивная коррозия деталей обуславливается наличием кислой среды, образующейся в процессе жизнедеятельности и разложения микроорганизмов.

Проведенный обзор позволяет заключить, что загрязнения дизельного топлива являются многокомпонентными системами, состоящими из продуктов неорганического и органического происхождения,

а также воды и микроорганизмов. Все загрязнения, содержащиеся в дизельном топливе, в той или иной степени оказывают отрицательное влияние на работу большинства агрегатов.

Таким образом, загрязнение дизельного топлива происходит на всех этапах его использования. По своему составу загрязнения состоят из многих составляющих, оказывающих отрицательное влияние на качество топлива. Однако, для каждого климатического региона, особенно для Средней Азии, следует ожидать особых характеристик загрязненности.

1.3. Особенности эксплуатации тракторных дизелей в природно-климатических условиях Республики Узбекистан.

Территория России обширна и характеризуется разнообразием природно-климатических условий эксплуатации машин. Поэтому одной из наиболее важных задач является приспособление машин и механизмов к этим условиям, что обеспечит высокую производительность, экономичность и качество выполняемых работ.

Вся территория России: согласно ГОСТ 16350-80 Климат России.

Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей /48/ разбита на 4 климатических района и 11 подрайонов. В качестве основных климатических факторов при районировании приняты относительная влажность воздуха и температура. При этом не учитывается такой важный фактор, как высота над уровнем моря, характеризующая атмосферное давление и оказывающая существенное влияние на экономические показатели работы двигателя. Не учтены также суточные колебания температуры воздуха, оказывающие влияние на запуск двигателя. Районирование выполнено без учета административного деления территории страны.

В «Системе машин» вся территория России разбита на 20 зон и 6 подзон. При этом учитываются и административное деление страны и климатические особенности – среди количество выпадающих осадков, продолжительность безморозного периода, характеристика полей и условий работы машины – средняя длина гонов, размеры обрабатываемых участков, удельное сопротивление почвы, а также виды почв. Такое сложное совмещение различных характеристик привело к большому количеству зон, и все же при их составлении не были учтены такие важные для двигателей характеристики, как абсолютные годовые и суточные колебания температур и высота над уровнем моря.

В настоящее время системы районирования климатических зон пригодной для оценки влияния на уровень надёжности работы тракторных двигателей ещё не имеется. Для приближенной оценки этого показателя можно использовать систему районирования территории России по климатически-административным зонам, предложенную П.И. Кохом /49/ (рис.1.1).

Среднеазиатский регион относится к зоне сухого резко-континентального климата и занимает примерно 10% по отношению к территории России (Южный Казахстан и все республики Средней Азии) /14/.

Нами проводились исследования в хлопкосеющих хозяйствах Андижанской области республики Узбекистан. Узбекистан-один из крупнейших в мире производителей хлопка. По объему его производства в пересчёте на волокно республика занимает второе место после США и даёт стране столько хлопка, сколько производят его такие хлопкосеющие страны как Бразилия, Египет и Пакистан, вместе взятые /50/. Условия эксплуатации машин для хлопководства в этом климатическом регионе очень значительно отличаются от условий работы в районах с умеренными климатическими условиями. Природно-климатические условия оказывают существенное влияние, прежде всего на работу двигателей внутреннего сгорания.

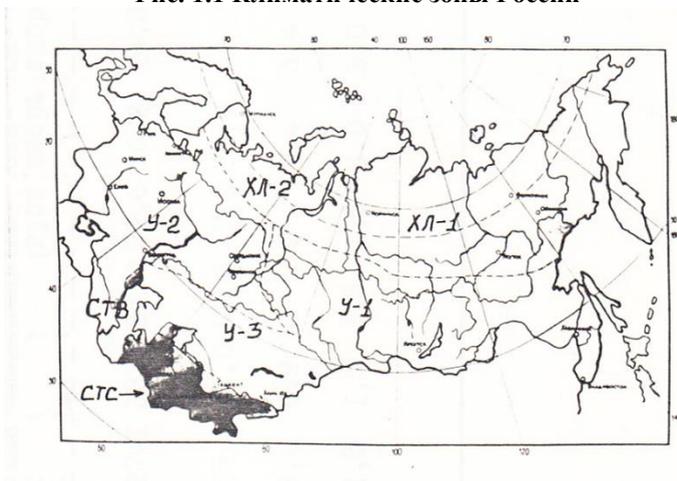
К особенностям природно-климатических условий эксплуатации тракторных дизелей в условиях Республики Узбекистан относятся:

- значительная концентрация запылённости воздуха:
- интенсивная солнечная радиация:
- высокая температура окружающего воздуха:
- пониженное атмосферное давление (особенно в горных зонах):
- низкая влажность воздуха (особенно в зонах пустынь).

Среднемесячные параметры воздуха в хлопкосеющих районах Узбекистана за последние годы приведены в работе С.М. Кадырова (14) (таблица 1.1). Природно-климатические условия района проведения исследований приведены в таблице 1.2, по результатам метеостанций «Андижан» /51/. Из таблицы 1.1 и 1.2 видно, что температура воздуха в хлопкосеющих районах среднеазиатского региона характеризуется высокими значениями. Летом в дневные часы температура воздуха достигает 40...50 С. Лето продолжительное и жаркое, зима короткая, но холодная. Климат Средней Азии резко-континентальный /14/. Общее количество осадков за год не превышает 230 мм, причем летом выпадает 6%, а зима - до 50% от общего количества /14,51/. Относительная влажность воздуха невысокая и летом не превышает 40-55%, только в зимний и ранневесенний периоды она может достигать 70...90 %.

Для районов Средней Азии характерны песчаные, сероземные и серо-бурые почвы, причём основной частью этих почв являются частицы кварца /14, 52/, содержание которых по данным работы /14/ составляет для лёссовых и песчаных почв 92...98 %, а для сероземов 65...75 %. Установлено, что основными составляющими пыли, кроме (кварца), являются (глинозём), и

Рис. 1.1 Климатические зоны России



ХЛ-1- зона субарктического, наиболее холодного резко континентального климата:

ХЛ-2- зона арктического и мягкого субарктического климата:

У-1- зона умеренно холодного резко-континентального климата:

У-2- зона умеренного климата низкой и средней континентальности:

У-3- зона умеренно сухого резко-континентального климата:

СТБ- зона субтропически влажного континентального климата.

СТС - зона субтропически сухого резко континентального климата.

**ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАКТОРА
МТЗ-80Х В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНА**

Среднемесячные параметры воздуха в хлопкосеющих районах Республики Узбекистан.

Таблица 1.1.

Показатели	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Среднемесячная температура	4,0	7,0	15,5	22,0	27,1	33,2	35,0	32,6	26,2	24,0	13,0	11,0
Средняя относительная влажность воздуха, %	75,0	75,0	65,0	61,0	45,0	44,0	43,0	47,0	50,0	52,0	67,0	65,0
Количество осадков, мм	14,0	18,0	20,0	13,0	3,6	0,9	0	0	2,4	8,4	9,2	27
Запыленность, г/м ³	-	-	-	1,9	1,5	1,5	1,5	1,5	3,0	3,0	3,2	0,75

Среднемесячные параметры воздуха в хлопкосеющих районах Андижанской области

Таблица 1.2.

показатели	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Среднемесячная температура	сред.	1,0	1,5	8,3	17,3	22,4	26,2	25,2	19,6	12,7	7,3	-1,2
	макс.	9,5	10,7	17,5	28,9	33,8	36,9	35,4	31,0	25,2	18,6	6,1
	мин.	-9,5	-6,6	-0,9	6,9	11,5	15,9	16,9	15,7	8,5	3,1	-2,0
Средняя относительная влажность воздуха, %	сред.	87,7	82,0	78,2	65,2	54,9	48,8	50,9	59,6	61,6	66,8	74,6
	макс.	49,6	46,2	34,2	27,2	25,5	24,0	24,1	27,6	25,0	25,7	33,6
Количество осадков, мм		12,6	41,6	27,8	11,2	8,8	4,0	21,0	49,0	54,0	35,8	35,8

В технике принято считать пылью все сухие твёрдые частицы, содержащиеся в воздухе, образование которых обусловлено атмосферными условиями, состояния почвы, метода её обработки, типа движителя машины и ряда других природно-климатических и эксплуатационных факторов /53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61/. Проникновение атмосферной пыли в двигатель является важнейшей причиной износа и, в частности, выхода из строя топливной аппаратуры двигателя, хотя на первый взгляд агрегаты топливной системы хорошо защищены от проникновения посторонних частиц пыли. В действительности же пыль, содержащаяся в воздухе, свободно проникает в топливные баки через каналы в крышке заливной горловины.

Таблица 1.3.

Операции технологического процесса производства хлопко-сырца.	Почва	Запылённость воздуха в г/м ³
Пахота	Серозем	0,6...0,75
Посев	Серозем	1,25...1,75
Посев	Луговая	1,0...1,55
Культивация	Серозем	1,25...1,36
Культивация	Луговая	1,1...1,30
Уборка хлопка	Серозем	3,0...3,45
Уборка хлопка	Луговая	2,7...3,0

Запылённость воздуха по исследованиям Н.М. Михайловского (50) при выполнении механизированных работ в хлопководстве представлена в таблице 1,4.

Дисперсный состав пыли по результатам работы (60) приведен на рис.1.2.

По результатам исследования А.Геленова и др. (56) при выполнении пахоты тракторами ДТ-75, в хлопкосеющих районах Запылённость воздуха составила 0,05...1,10 г/м³, а химический и дисперсный состав представлен в таблицах 1,5...1,6.

Таблица 1.4

Высота на уровне	<i>SiO₂</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>CaO</i>	<i>MgO</i>	Прочие
Топливного бака	65,10	12,24	9,82	1,09	3,10	8,65
воздухоочистителя	62,72	11,41	9,01	1,70	1,07	14,09

Запылённость воздуха в зона забора воздухоочистителя трактора Т- 28Х4 при возделывании и уборке хлопка – сырца в условиях Андижанской области по исследованиям Каримова У.К. и др.(62) составляет при посеве 0,011...0,0315 г/м³, при культивации 0,018...0,213 г/м³ при машинной уборке 0,030...0,373г/м³.

Таблица 1,5

Дисперсный состав пыли, %

Высота на уровне:	Фракция, мкм					
	До 1	1...5	5...10	10...50	50...100	Более 100
крыльев	12,26	8,04	12,06	26,80	32,74	8,10
воздухоочистителя	16,58	9,28	28,16	37,26	8,37	0,36

По данным работы /63/ при пахоте, бороновании и посеве на богарных землях, а также при машинной уборке хлопка-сырца содержание пыли в воздухе достигает 3...5 г/м³.

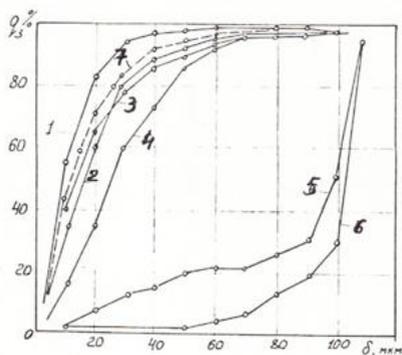


Рис 1.2. Дисперсный состав пыли в различных областях и районах Средней Азии.

- 1- Ташкентская обл., Сырдарьинский район (серозем):
- 2- Ташкентская обл., Сырдарьинский район (серозем):
- 3- Андижанская обл., Андижанский район (луговая):
- 4- Наманганская обл., Наманганский район (серозем):
- 5- Ленинабадская обл., Наусский (луговая):
- 6- Ташкентская обл., Беговатский район (песчаная):
- 7- Ферганская обл., Алтыарыкский район (песчаная):
- 8- Кварцевой пыли.

На рис 1.3, 1.4, 1.5. показаны трактора, выполняющие механизированные работы в хлопководстве.

Данные упомянутых работ свидетельствуют о том, что для природно-климатических условий Среднеазиатского региона характерно повышенное содержание пыли в воздухе при выполнении механизированных работ в хлопководстве. Для обеспечения высокой производительности, надежности и экономичности двигателей необходимо учитывать природное – климатический условия эксплуатации, т.к. влияние климата на работу различных систем двигателей разных моделей, типов и модификации различно.



Рис.1.3 Первая культивация хлопчатника



Рис.1.4 Вторая культивация хлопчатника

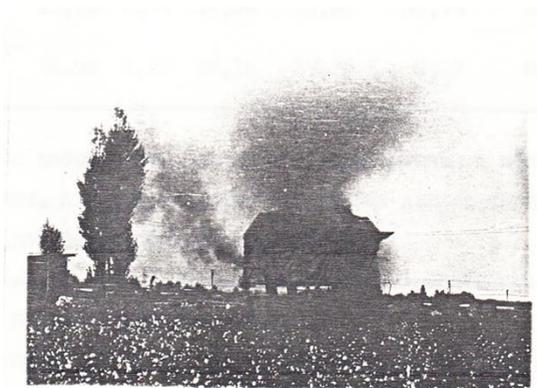


Рис.1.5 Первый машинный сбор хлопка-сырца

1.4. Топливные системы двигателей хлопководческих тракторов.

В настоящее время при возделывании и уборке хлопка – сырца применяются трактора МТЗ-80Х и Т-28Х4М, выпускаемые Ташкентским тракторным заводом. Для обеспечения своевременной подачи дизельного топлива и качественной очистки его от различных загрязнений применяются различные топливные системы.

Топливная система дизеля состоит обычно из топливного бака, топливных фильтров грубой и тонкой очистки, топливоподкачивающего насоса, топливного насоса высокого давления, топливопроводов низкого и высокого давления и форсунок.

Различает две схемы топливных систем-тупиковую и проточную /64/. При тупиковой схеме топливо поступает в топливный насос высокого давления в количестве равном его производительности, в этом случае отвода топлива из топливного насоса высокого давления не имеется (рис.1.6а). При проточной схеме к топливному насосу высокого давления подводится топлива примерно в 1,5 раза больше, чем подается в цилиндры двигателя, а излишек топлива отводится из топливного насоса на вход топливоподкачивающего насоса, к топливному фильтру грубой очистки или непосредственно в бак (рис.1.6б).

Преимуществом тупиковой схемы топливной системы является малый расход топлива через топливные фильтры, что повышает их срок службы и качества фильтрации топлив, а также применение топливоподкачивающего насоса меньшей производительности. Однако, в этой

схеме не осуществляется удаление воздуха из отсечной полости топливного насоса и его охлаждения за счет циркуляции через него топлива, что приводит к нестабильности процесса топливоподачи. Поэтому эта схема не получила широкого распространения в топливных системах дизелей.

По количеству и расположению агрегатов очистки топлива системы фильтрации можно подразделить на несколько групп /65, 66/.

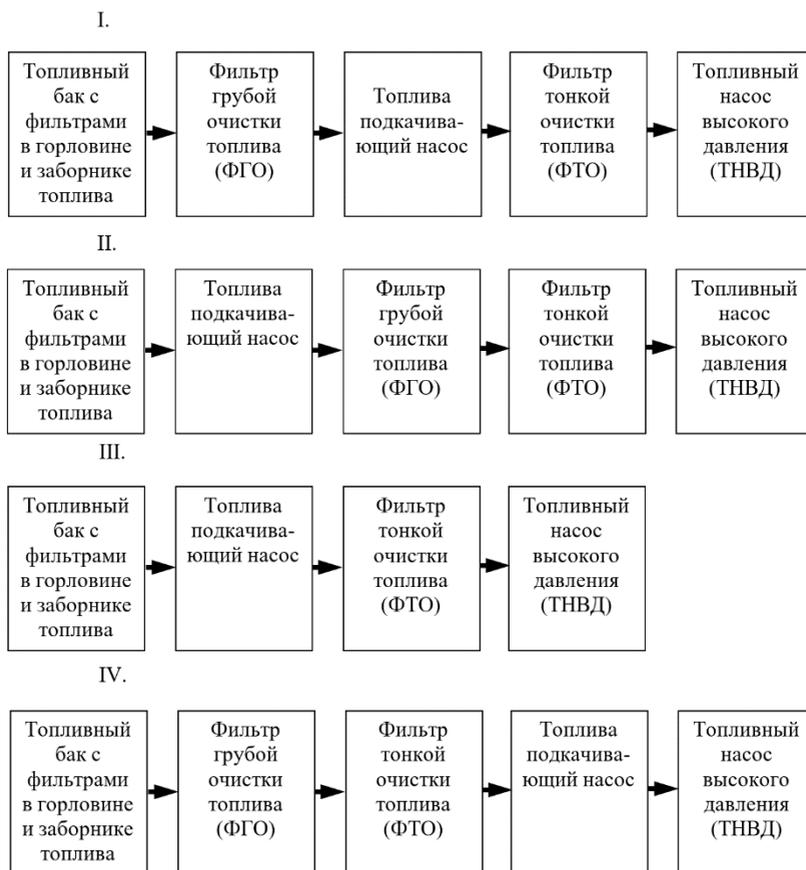
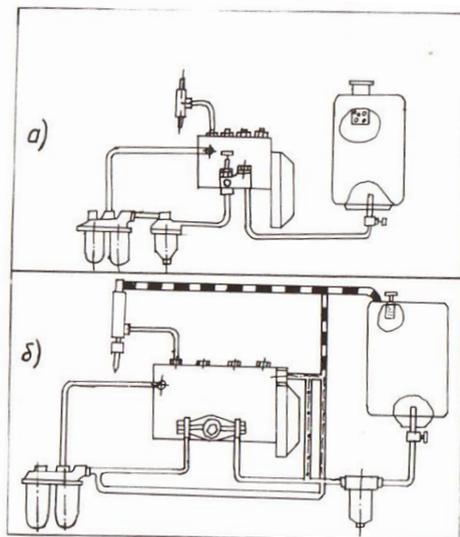


Рис.1.6 Схемы топливных систем дизелей.



а) тушковая б) проточная

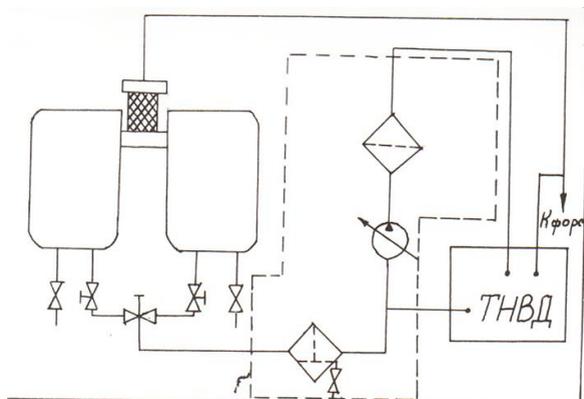


Рис.1.7 Схема топливной системы трактора МТЗ-80Х.

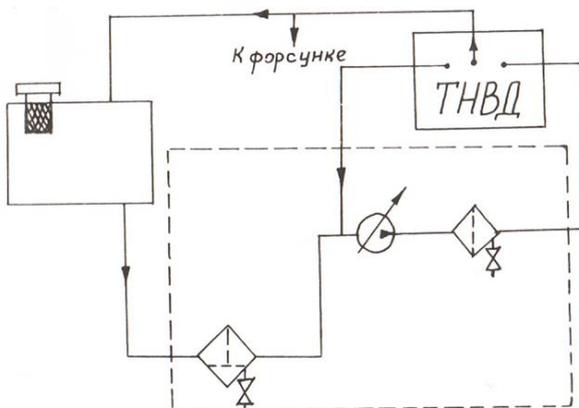


Рис.1.8 Схема топливной системы трактора Т-28Х4М.

К первой группе относятся двигатели тракторов МТЗ-80Х, Т-28Х4 (все модификации), Т-4А, Т-150К, Т-25А, ДТ-75М, К-701, трактора зарубежных фирм «Кейс» (США), «Фордзон-Супер-Мейджер» (Англия), «Зетор-3011» (ЧССР), «Массей-Фергюсон-205-Х» (Англия).

Ко второй группе можно отнести систему очистки топлива двигателей тракторов Т-330.

К третьей группе относятся системы очистки топлива двигателей тракторов «Ченто-феррара» (Италия).

К четвёртой группе можно отнести систему очистки топлива двигателе «Аллис-Чалмерс Д-17» (США).

Опыт по эксплуатации тракторов, топливная система которых выполнена по второй, третьей и четвертой схеме, показывает, что топливная аппаратура у них выходит значительно раньше из строя, чем у тракторов с первой схемой. Поэтому в настоящее время получили широкое распространение системы очистки топлива, выполненные по первой схеме, которые используются в двигателях хлопководческих тракторов МТЗ-80Х и Т-28Х4М.

На рис. 1.7.1.8 представлены топливные системы двигателя Д-240 тракторов МТЗ-80Х и Т-28Х4, эксплуатируемых при возделывании хлопка-сырца.

1.5. Анализ надёжности топливной аппаратуры тракторных дизелей

Практически вся сельскохозяйственная техника, поставляемая сельскому хозяйству, оснащена дизельными двигателями. Эффективность работы дизелей, их надёжность и топливная экономичность в значительной мере зависят от состояния топливной аппаратуры, установленной на них, прежде всего, топливных насосов высокого давления. В таблице 1.6 приведены требования ГОСТов к уровню надёжности элементов, топливной аппаратуры дизелей (46).

Попадание механических примесей минерального происхождения в сопряжения прецизионных пар вызывает гидроабразивный износ. По мнению авторов ряда работ (67, 68, 69, 70, 71, 72, 73) основным видом изнашивания плунжерных пар является гидроабразивное.

Справедливость данного утверждения подчеркивается почти во всех работах по надёжности топливной аппаратуры. Например, по результатам исследования, приведенных в работе (74), долговечность плунжерных пар, работавших на тщательно отфильтрованном топливе, составила 8...10 тыс. мото-ч, тогда как на недостаточно отфильтрованном топливе -400...500 мото-ч.

В работе (39) отмечается, что до 85% отказов плунжерных пар было по причине абразивного износа. Интенсивность изнашивания, по мнению исследователей (58,65,72,73,75,76), определяется концентрацией и гранулометрическим составом загрязнения минерального происхождения.

Исследователи /39,78/ считают, что наряду с влиянием неорганической и органической части примесей основную роль в заклинивании плунжеров играет вода. Авторы работы /13/ приводят данные, согласно которым на каждом четвертом насосе из 10 (с заклинившими парами) в топливном баке трактора была обнаружена свободная вода.

Авторы работы /39/ отмечают, что присутствие которых приводит к образованию электролитов с высокой степенью диссоциации ионов, приводит к развитию на деталях топливной аппаратуры коррозионных разрушений.

По данным работы /79/, при наличии в топливе всего лишь 0,025% меркаптанов износ плунжерных пар топливного насоса высокого давления увеличивается вдвое.

Таблица 1.6.

Элемент топливной аппаратуры	Гарантийный срок службы, мес.	Гарантийная наработка, мото-ч	Ресурс мото-ч	Срок хранения, мес.	ГОСТ
Насос высокого давления	24	-	6000	18	10578-24
Плунжерная пара	30	3000	5000	12	9927-71
Топливоподкачивающий насос	24	-	6000	12	15829-70
Форсунка	24	-	6000	18	10579-75
Распылитель	21	2000	2500	21	9928-71
Топливопровода высокого давления	-	-	-	12	8519-73
По техническим условиям заводов-изготовителей.					

Как показывает опыт эксплуатации тракторов, комбайнов и других сельскохозяйственных машин, оснащённых дизельными двигателями, надёжность элементов топливной аппаратуры все ещё остаётся низкой. Так по данным работ /4,46,65,80/ доля отказов топливной аппаратуры от общего числа отказов по дизелю в эксплуатации составляет 40...55%. По данным работы /11/, их доля достигает 70%.

По данным работы /18/ отмечается более высокий процент отказов топливной аппаратуры 30...95%.

Отказ элементов топливной аппаратуры по существу, означает остановку двигателя. Распределение отказов по отдельным элементам топливной аппаратуры в значительной мере определяется типом двигателя и её конструкцией и условиями эксплуатации.

Наименьшей надёжностью обладает прецизионные детали. Многочисленными исследованиями /12, 46, 68, 71, 75/ установлено, что на их долю приходится от 50 до 90% от всех отказов топливной аппаратуры.

Низкий технический ресурс имеют ТНВД, прошедшие капитальный ремонт, которые составляет 50...60% от уровня новых /16, 81, 82/.

Столь низкий ресурс новых и отремонтированных ТНВД вызывает необходимость в проведении частых ремонтов. Результаты работы /16/ показывают, что годовой объём ремонтных работ по восстановлению элементов топливной аппаратуры по стране соизмерим с масшта-

бами основного производства. Так, выпуск запасных частей для топливной аппаратуры составляет примерно 50% от общего объема продукции, выпускаемой заводами данной отрасли /83/.

Только по плунжерным парам ежегодно перерасходуется до 1500 т дефицитного высоколегированного металла /84/. В настоящее время послеремонтный ресурс топливной аппаратуры составляет 30...60% доремонтного /81, 85/.

По данным ГОСНИТИ /86/, в стране расходуется до 200 млн. рублей на поддержание топливной аппаратуры в работоспособном состоянии, из них большая половина приходится на капитально отремонтированную.

Наличие в топливе абразивных частиц является предпосылкой гидроабразивного изнашивания. Содержание в топливе агрессивных составляющих органического происхождения, воды и низкая коррозионная стойкость материала обуславливают появление коррозионных повреждений.

Очевидно, с целью повышения надёжности топливной аппаратуры в целом и плунжерным пар в частности, необходимо проведение работ как по удалению агрессивных составляющих минерального и органического происхождения и воды, так и мероприятий по увеличению износостойкости и коррозионной стойки их рабочих поверхностей, что особенно важно для топливных систем тракторов эксплуатируемых в условиях сельскохозяйственного производства Средней Азии.

Таким образом, повышение чистоты топлива в топливной системе двигателя играет большую роль в увеличении надёжности топливной аппаратуры и двигателя в целом.

1.6. Очистка дизельного топлива в топливных системах двигателей

Очистка дизельного топлива от механических примесей и воды имеет весьма важное значение для нормальной эксплуатации дизелей. Например, плунжерная пара топливного насоса изготавливается настолько точно, что зазор /87,88/ между ними составляет 1-3 мкм.

В процесса работы в зазор между плунжерными парами топливного насоса просачивается небольшое количество топлива. Мельчайшие частицы механических примесей, содержащиеся в топливе попадая на рабочие поверхности весьма точных деталей топливной аппаратуры, образуют на них царапины, риски и способствуют быстрому износу по-

верхностей деталей. Если же топливо недостаточно хорошо отфильтровано и содержит твердые механические частицы, размер которых превышает зазор между плунжерными парами, то они вызывают не только усиленный износ рабочих поверхностей прецизионных пар, но также и заедание плунжера топливного насоса, нагнетательного клапана топливного насоса и иглы распылителя форсунки.

Наличие воды в дизельном топливе вызывает коррозию, усиливающую износ плунжерных пар топливного насоса и других деталей насосов высокого давления, распылителей форсунок, а также деталей топливных фильтров и топливопроводов низкого и высокого давления.

Топливные фильтры, включенные в систему топливоподдачи двигателей, служат для предотвращения попадания механических примесей и воды вместе с топливом в топливный насос высокого давления и форсунки дизеля. В топливной системе дизелей топливные фильтры не только обеспечивают надёжную работу, но и увеличивают в 5-7 раз срок службы топливной аппаратуры (87). Топливные фильтры вне зависимости от конструкции и принципа очистки должны отвечать следующим требованиям:

1. Обеспечивать высокую тонкость очистки топлива. Топливные фильтры тонкой очистки тракторных дизелей должны задерживать грязевые частицы размером до 3 мкм в течение всего срока службы фильтрующего элемента, ГОСТ 14146-79. Дизели. Фильтры тонкой очистки топлива. Общие технические условия /88/.

2. Обладать относительно небольшим сопротивлением при проходе топлива.

3. Задерживать воду, растворенную в топливе, а также свободную воду.

4. Иметь продолжительный срок службы между очисткой или заменой фильтрующих элементов.

5. Иметь небольшие габаритные размеры и достаточную прочность.

6. Не требовать сложного обслуживания.

Все фильтры топлива, устанавливаемые на тракторных двигателях, состоят из двух основных частей: корпуса и фильтрующего элемента. Корпус фильтра служит для размещения и крепления фильтрующего элемента, а также является отстойником, где собираются и отстаиваются частицы механических примесей и воды фильтрующей элемент служит для задерживания механических и других примесей, находящихся в топливе, подаваемом в топливный насос высокого давления.

Основным показателем топливных фильтров является тонкость очистки от твердых загрязнений. По этому показателю топливные фильтры подразделяются на топливные фильтры грубой и тонкой очистки (рис.1.9).

Топливные фильтры, применяемые на тракторах, эксплуатируемых в хлопководстве, приведены на рис.1.9.

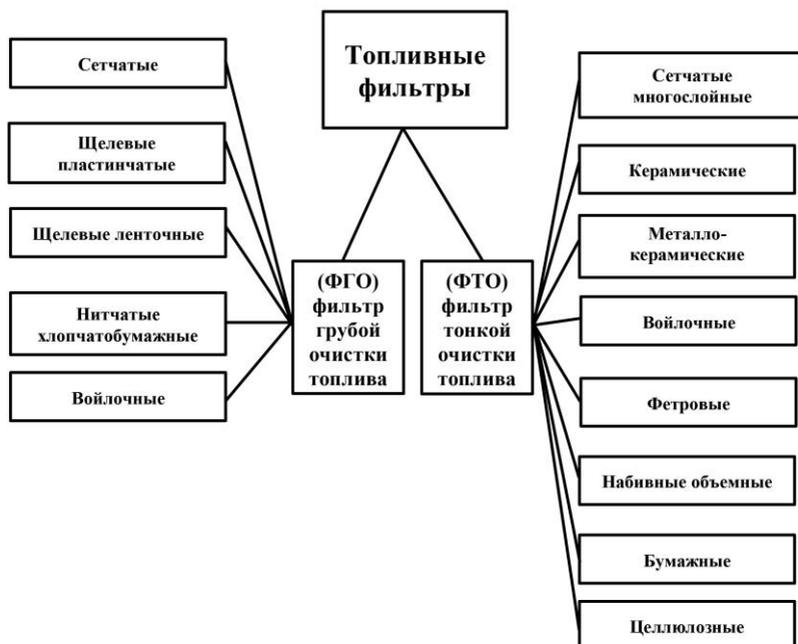


Рис.1.9 Классификация топливных фильтров

На хлопководческих тракторах МТЗ-80Х и Т-28Х4, установлены сетчатые фильтры грубой очистки топлива по ГОСТ 15048-76 с тонкостью очистки топлива 75-90 мкм, и топливные фильтры с бумажным фильтрующим элементом тонкой очистки по ГОСТ 14146-79 с тонкостью фильтрации 3 мкм.

Наряду с совершенствованием фильтрации топлива, на современных тракторах предусматриваются мероприятия, способствующие повышению чистоты топлива в баках. Сюда следует отнести:

- слив отстоя из топливных баков, недостатком которой являются неизбежные потери топлива и трудоёмкость выполнения операции в зимний период эксплуатации машин:

- применение дыхательных трубок большой длины, являющихся простым в техническом решении, но недостатком являются образование ледяных пробок в зимний период эксплуатации и неполная изоляция топлива от окружающего запылённого воздуха:

- герметизирующие крышки топливного бака с паровоздушными клапанами, набивкой и воздушным фильтром, фильтром, недостатком которого является малая эффективность очистки воздуха и т.д.

Однако следует заметить, что эффективность этих мероприятий мало изучена, что требует дальнейших исследований.

1.7. Выводы. Цель и задачи исследования.

Обзор литературы и специальных работ в области исследований по эксплуатации дизельной сельскохозяйственной техники показывает, что решающее влияние на надёжность топливных систем двигателей тракторов, работающих в условиях сельскохозяйственного производства Республики Узбекистан, оказывает высокая загрязнённость дизельного топлива в баках машин.

Несмотря на значительное количество исследований, процессы загрязнения и очистки топлива в баках тракторов при выполнении технологических операций возделывания и машинной уборки хлопка сырца являются малоизученными. В то же время специфические условия и режимы работы тракторов оказывают существенное влияние на загрязнённость топлива, а следовательно, и на надёжность топливной системы. В связи с чем были проведены дальнейшие исследования, связанные с изучением специфических процессов загрязнения и очистки топлива в топливных системах тракторов, занятых в хлопководстве с целью обеспечения чистоты дизельного топлива.

В этой связи, целью настоящей работы является обеспечение чистоты дизельного топлива в топливных системах двигателей при эксплуатации тракторов, работающих в хлопководстве на примере трактора МТЗ-80Х.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. На основе эксплуатационных испытаний тракторов МТЗ-80Х, работающих в хлопкосеющих районах, установить уровень загрязнения дизельного топлива в топливной системе тракторов из окружающей среды.

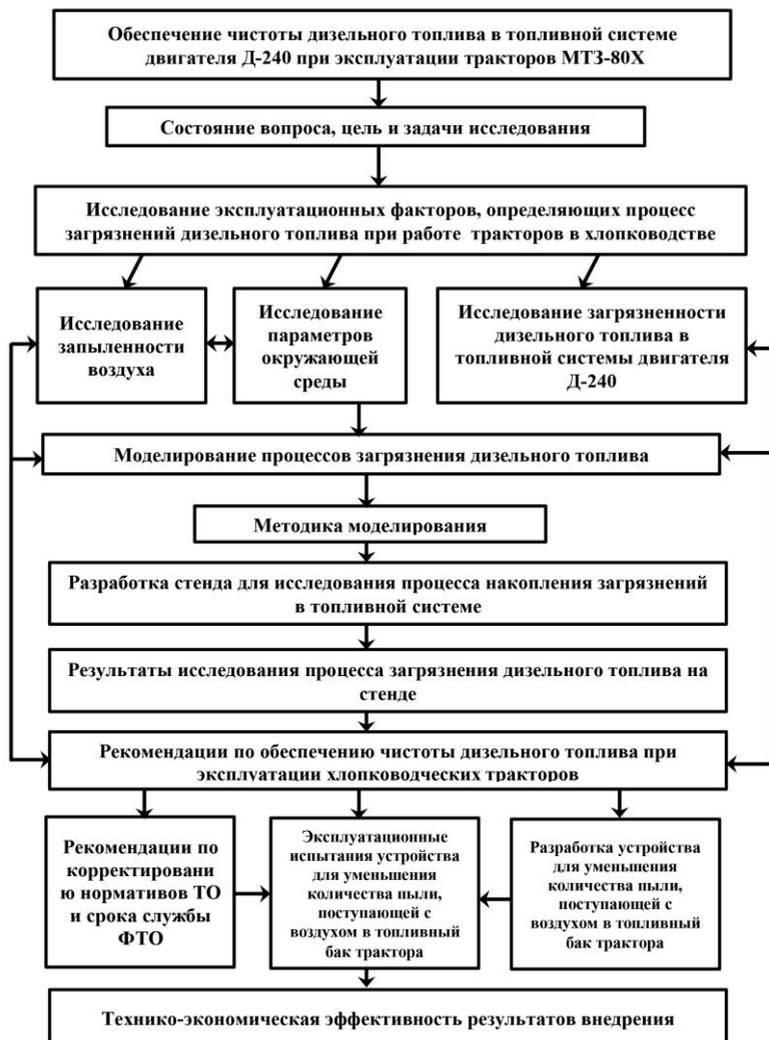


Рис. 1.10. Общая структурная схема исследования

2. Теоретически обосновать и разработать методику моделирования процессов загрязнения и очистки топлива. Разработать конструкцию стенда моделирующего эксплуатационные факторы, определяющие чистоту и методику проведения испытаний

3. Провести стендовые испытания, изучить влияние основных факторов, определяющих процесс загрязнения дизельного топлива в топливной системе двигателя Д-240 трактора МТЗ-80Х, а также факторов, определяющих ресурс фильтрующих элементов тонкой очистки топлива.

4. Разработать конструкцию устройства для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора.

5. Провести эксплуатационные испытания устройства для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора.

6. Дать рекомендации по техническому обслуживанию топливной системы тракторов МТЗ-80Х, работающих в хлопкосеющих районах.

7. Получить экономический эффект от внедрения результатов научной работы.

Общая структурная схема решения поставленных задач для наглядности представлена на рис. 1.10.

ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПРОЦЕСС ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ПРИ РАБОТЕ ТРАКТОРОВ В ХЛОПКОВОДСТВЕ

2.1. Методики исследований

Выше было показано, что работа топливной системы двигателей, эксплуатируемых в условиях сельскохозяйственного производства хлопка-сырца, изучена недостаточно. В целях повышения эффективности и ресурса топливной аппаратуры дизеля необходимо исследование эксплуатационных факторов, определяющих процесс загрязнения и чистоту дизельного топлива при работе тракторов в хлопководстве. Отсутствие таких данных не позволяет выработать практические рекомендации по эксплуатации топливной системы дизелей при работе в жарких природно-климатических условиях с повышенным содержанием пыли в воздухе.

В задачу настоящего исследования входило определение влияния эксплуатационных факторов, определяющих процесс загрязнения дизельного топлива в топливной системе дизеля при выполнении технологических операции производства хлопка-сырца тракторами МТЗ-80Х при работе с сеялками СЧХ-4А, культиваторами КРХ-3,6 и с навесными хлопкоуборочными машинами ХНП-1,8: ХП-3,6-01 предназначенными для сбора раскрытого хлопка рядового и частогнездового посевов с междурядьями 90 см.

Для проведения исследования были выбраны следующие периоды выполнения технологических операций производства хлопка-сырца: /89/.

- посев частогнездовой с внесением удобрений (с 10.04 по 20.04);
- 3-я продольная культивация (с 05.06 по 25.06);
- 6-я продольная культивация (с 15.08 по 05.09);
- 1-й машинный сбор хлопка-сырца (с 20.09 по 05.10).

Исследования проводились в хозяйствах Мархаматского района, Пахтаабатском, Избасканском районах и учебно-опытном хозяйстве Андижанского сельскохозяйственного института Андижанской области.

2.1.1. Методика исследования запылённости воздуха

Для анализа и определения концентрации запылённости в воздушной среде в зонах топливной аппаратуры двигателя (рис.2.1, 2.2) в настоящей работе за основу был взят метод определения массовой концентрации аэрозоля (62), основного на отборе из проб воздуха аэродисперсных примесей на абсолютный фильтр типа АФА из определенного объёма воздуха, и определения привеса массы фильтра с помощью аналитических весов ВЛА-200-М.

Для отбора проб воздушной среды был использован аспиратор модели 822 Ленинградского научно-исследовательского института гигиены труда и профтехобразования, предназначенный для измерения запылённости воздуха в промышленных помещениях. Аспиратор был реконструирован для работы от источника питания напряжением 12 В, что обеспечило возможность его использования в полевых условиях от аккумуляторной батареи трактора. На рис.2.3. показан внешний вид реконструированного аспиратора, а на рис.2.4, 2.5 – прибор, установленный на тракторе.

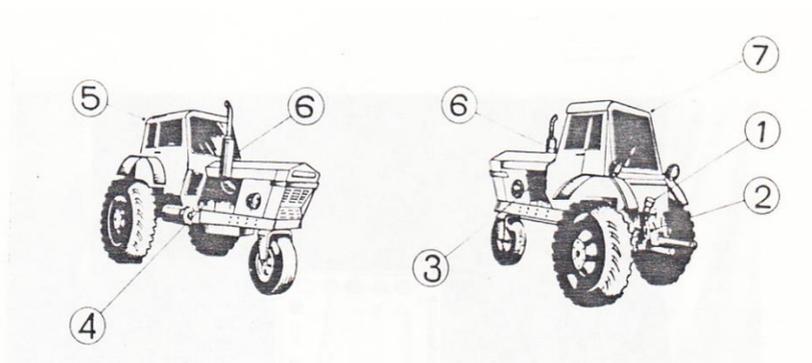


Рис. 2.1 Зоны отбора проб воздуха трактора МТЗ-80Х

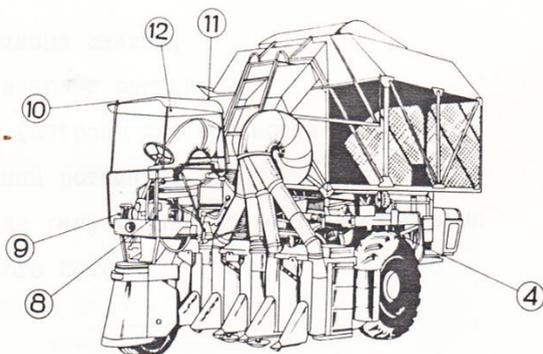


Рис.2.2 Зоны отбора проб воздуха хлопкоуборочной машины ХН-3,6-01

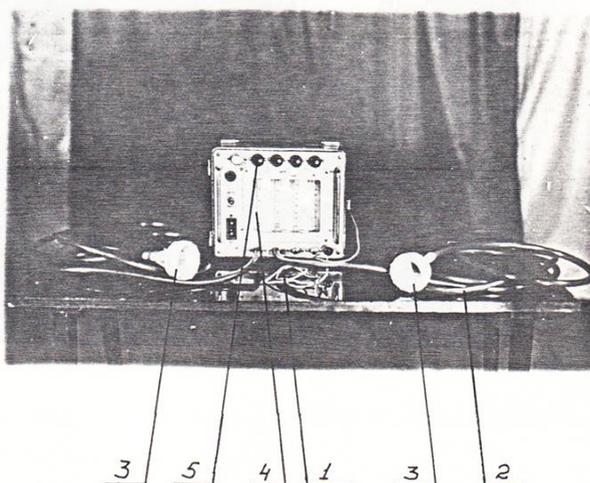


Рис.2.3 Аспиратор модели 822 предназначенный для отбора пробы воздушной среды в полевых условиях эксплуатации машин

- 1-токоприёмные зажимы;
- 2-полиэтиленовые шланги;
- 3-аллонжи (патроны для установки фильтров);
- 4-стеклянный ротаметр;
- 5-ручка для регулировки скорости прохождения воздушного потока.



Рис.2.4 Аспиратор, подготовленный к работе



Рис.2.5 Аллонжи, установленные в зоне заливной горловины топливного бака

В качестве фильтра были использованы аналитические аэрозольные фильтры типа АФА Всесоюзного производственного объединения «Изотоп», которые по сравнению с картонными или ватными имеют следующие преимущества:

- имеют высокую фильтрующую способность, которая практически предоставляет возможность улавливать все находящиеся в воздушной среде частицы пыли независимо от их размеров;
- обладают небольшой массой;
- не смачиваются водой и стойки к агрессивным средам;
- имеют малое аэродинамическое сопротивление потоку воздушной среды;
- легко растворяются в органических растворителях (толуол, ацетон, дихлорэтан).

Отбор проб осуществляли в следующей последовательности: перед началом отбора токоприёмные зажимы подсоединяли к аккумуляторным батареям трактора, затем предварительно взвешенные фильтры устанавливали на аллонжи (патроны), которые через шланги длиной 2-4м и внутренним диаметром 8-10мм подсоединяли к одному из приемных каналов аспиратора. Расход воздуха в аспираторе контролировался стеклянными и устройствами для регулирования скорости прохождения воздуха.

Аспиратор устанавливался в кабине трактора и контролировался техником. Ориентировочные данные для определения продолжительности отбора воздушной среды принимались из таблицы 2.1 по рекомендациям работы (55).

Аллонже с фильтрами устанавливали вместе исследования концентрации запылённости воздушной среды. Регулировали необходимую скорость протягивания воздуха и производили отбор при установленном движении трактора. В каждом опыте отбор воздушной среды производился с трехкратной повторностью.

После каждого опыта фильтры, вынутые из патрона, закладывали в специальные конверты. Кроме того, при проведении опытов определяли скорость ветра, относительно хода трактора, влажность почвы и воздуха, скорость движения трактора, а также температуру и давление окружающей среды.

Таблица 2.1

**Ориентировочные данные для определения
Продолжительности отбора воздушной среды**

Запылённость воздуха (мг/м ³)	Скорость протягивания (л/мин)	Продолжительность протягивания (мин)
4	25	60
10		30-40
30		10-16
100	10	10
500		3
2000	5	2

В лаборатории фильтры повторно взвешивали и вычисляли запылённость воздуха. Массовую концентрацию пыли и других примесей в составе воздуха (запылённость воздуха) определяли по формуле (87, 55)

$$\varphi = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 1000}{Q_{20} \cdot \tau}, \quad (2.1)$$

где: φ - Запылённость воздуха, мг/м³;
 m_1 - первоначальная масса фильтра, в мг;
 m_2 - масса фильтра после отбора пробы, в мг;
 Q_{20} - объём протянутого воздуха, приведенный к нормальным условиям, л/мин ($V = 760$ мм. рт. ст; и $t = 20^{\circ}\text{C}$)
 τ - продолжительность отбора воздуха, мин;
 Q_{20} – определяется по формуле:

$$Q_{20} = \frac{273 \cdot Q_p \cdot B}{t + 273}$$

где:
 Q_p - объём протянутого воздуха по ротаметру, л/мин;
 B - барометрическое давление при определении запылённости воздуха, мм. рт. ст.;
 T - температура окружающего воздуха при определении запылённости воздуха, °С.

Запылённость воздуха определяли как среднее арифметическое трех измерений, определенных по формуле (2.1.)

2.1.2. Методика исследования параметров окружающей среды

Проводилось исследование следующих параметров окружающей среды, оказывающих существенное влияние на чистоту дизельного топлива при работе пропашных тракторов:

- относительная влажность воздуха, %;
- скорость ветра, м/с;
- температура и влажность почвы на поверхности, °С, %;
- температура и давление окружающего воздуха, °С, гПа;
- температура топлива в топливном баке трактора, °С.

Влажность воздуха измеряли вентиляционным психрометром, предназначенным для определения относительного содержания влаги в воздухе. Психрометр имеет два ртутных термометра смонтированных на рамке, нижняя часть одного из них обмотана гигроскопической тканью (марлей, муслином) и погружена в сосуд с водой. Вследствие испарения воды с поверхности ткани ртутный столбик «мокрого» термометра устанавливается ниже «сухого» столбика.

Скорость испарения, а следовательно, и падение температуры на «мокром» термометре зависят от скорости потока испытуемого воздуха, поэтому для поддержания оптимальной скорости (≈ 2 м/с) предусмотрен заводной пропеллер.

Скорость испарения и охлаждения «мокрого» термометра зависит от относительного содержания влаги в воздухе. Когда падение ртутного столбика термометра прекращалось, отсчитывали температуру по обеим шкалам термометров. Пользуясь психрометрическим графиком по показаниям «сухого» и «мокрого» термометра определяли относительную влажность воздуха.

Предел измерения прибора- 10...+50°С, деление шкалы термометров 0,5°С погрешность измерений 2...5%.

Скорость ветра определяли при помощи ручного анемометра в следующей последовательности: анемометр закрепляли на штатив, затем штатив с анемометром выносили на воздушный поток, включали секундомер и счётное устройство, одновременно с этим записывая начальные показания счётчика. Через 1,5 минуты выключали счётное устройство и фиксировали время, записывали конечное показание счётчика. Показания счётчика за одну секунду определяли по формуле.

$$n = \frac{n_2 - n_1}{t}, \quad (2.2.)$$

где:

n_2 -конечное показание счётчика;

n_1 -начальное показание счётчика;

t- время измерения, С.

После этого по тарифовочному графику к анемометру определяли скорость ветра. Направление ветра считалось встречным или наоборот попутным в том случае, если угол направления ветра по отношению к оси движения трактора не превышает 30^0 . В остальных случаях направление ветра считалось боковым.

Измерение влажности почвы проводили методом взвешивания проб почвы до и после сушки с последующим определением отношения массы воды, заключенной в данной пробе почвы, к массе сухой почвы той же пробы.

Результаты измерений определялись по следующей формуле

$$B_n = \frac{G_2 - G_3}{G_3 - G_1} \cdot 100 \quad (2.3)$$

Где:

B_n – влажность почвы, %;

G_1 – масса сухой баночки, г;

G_2 – масса баночки с пробой почвы до сушки, г;

G_3 – масса баночки с пробой почвы после сушки, г.

Пробы почвы отбирались нескольких местах поля с поверхности почвы на глубине 50...100 мм.

Температура почвы на поверхности измерялись почвенноглубинным ртутным термометром типа ТМ-10 с пределом измерений – $10...+40^0\text{C}$, ценной деления 0,2 и погрешностью измерения $\pm 0,2... \pm 0,3^0\text{C}$ и почвенного термометра-щупа А-6, предназначенного для измерения температуры почвы в полевых условиях, с интервалом - $10...+50^0\text{C}$. Термометр – щуп заключен в металлическую оправу с заостренным, изолированным нетеплопроводной перемычкой. Наименьшая глубина погружения 15 мм, наибольшая 300 мм. При проведении замеров термометр заглубляли на глубину 10 мм и выдерживали 5 минут.

Измерение температуры проводили ртутным термометром с пределом измерений от -30^0 до $+70^0\text{C}$ и ценной деления 1^0C , а давление окружающего воздуха – барометром –анероидом.

Температуру топлива в топливном баке трактора измеряли с помощью термометра ЭТП-М, питающегося от источника постоянного тока с напряжением 6В, и металлической насадки для измерения температуры металлических поверхностей. Диапазон измерения прибора составляет $-30...+120^{\circ}\text{C}$, погрешность измерения $\pm 1,25^{\circ}\text{C}$, цена деления $-1,0^{\circ}\text{C}$.

2.1.3. Методика исследования загрязнённости дизельного топлива

Эксплуатационные испытания загрязнённости дизельного топлива в топливной системе дизеля проводили с целью выявления причин преждевременного выхода из строя узлов и агрегатов топливной аппаратуры дизелей эксплуатируемых в условиях жаркого климата с высокой концентрацией пыли в воздушной среде. Эти испытания позволили оценить состояние топливной аппаратуры дизеля, дать качественную и количественную оценку состава загрязнителей и определить оптимальные сроки службы фильтрующего элемента тонкой очистки топлива, а также дать обоснованные рекомендации по их замене и проведению технического обслуживания топливной системы дизеля.

Исследования загрязнённости топлива в топливной системе дизеля Д-240 Трактора МТЗ-80Х проводились параллельно на трёх тракторах. Перед началом исследований топливная система дизелей тщательно промывалась и используемое дизельное топливо периодически анализировалось по следующим показателям;

- плотность при 20°C , в $\text{кг}/\text{м}^3$ (ГОСТ 3900-48);
- кинематическая вязкость при 20°C (ГОСТ 33-85) $\text{мм}^2/\text{с}$;
- кислотность, мг КОН/100 мл по (ГОСТ 5985-79);
- температура вспышки в закрытом тигле (ГОСТ 6356-75) $^{\circ}\text{C}$;
- температура помутнения, $^{\circ}\text{C}$ (ГОСТ 5066-56);
- содержание механических примесей (ГОСТ 10577-78) и воды (ГОСТ 8287-57).

Испытания проводились только в том случае, если топливо соответствовало требованиям ГОСТ 305-82.

2.1.3.1. Отбор проб топлива

Стандартной методики отбора проб топлива из топливной системы дизельных двигателей в настоящее время нет. Стандарт ГОСТ

2517-80 «Нефть и нефтепродукты. Отбор проб», устанавливает методику отбора проб нефтепродуктов в процессе их транспортирования и при хранении /90/. Автор работы /91/, при исследовании загрязнённости топлива в баках тракторов и автомобилей пробы отбирал из отстойника после слива отстоя, и через заливную горловину топливного бака из среднего уровня топлива.

Эта методика не представляет возможность получить достоверный результат, в связи с тем, что отбор проб производится при неподвижном состоянии машины и не с уровня забора топлива из топливного бака.

Существует методика отбора проб при исследовании загрязнённости бензина в топливных баках, в которой пробы топлива отбираются при движении автомобиля из топливопровода перед бензонасосом /92/. Недостатками этой работы является чрезмерно резкое увеличение скорости топлива в топливозаборнике, которая создает возможность для захвата донных загрязнений. Все вышеперечисленные недостатки учтены в методике, представленной в работе /93/, и в работе /8/, предусматривающей отбор проб топлива из топливной системы двигателей, эксплуатируемых в условиях сельскохозяйственного производства.



Рис.2.6 Пробоотборник

Эта методика взята за основу применяемой в настоящей работе методики отбора проб топлива из топливной системы дизельных двигателей. Отбор топлива перед фильтром тонкой очистки (ФТО) и после него осуществляется с помощью специальных пробоотборников с регулируемым расходом топлива (рис.2,6), которые устанавливались вместо штуцеров подводящего и отводящего топливопроводов.

При отборе проб топлива обеспечивалось условие получения характерного образца, которое достигается применением пробоотборника с регулируемым расходом топлива, т.к. основным условием «изокинетического» отбора пробы топлива является равенство скорости течения в трубке пробоотборника и главном потоке /94/.

Отбор проб топлива осуществляли в чистые стеклянные бутылки (емкостью 0,75 л) из точек топливной системы дизеля, указанных на рис.2.7. Пробы топлива из топливных баков отбирали резиновыми чисто вымытыми шлангами с уровнями 0,25; 0,5; 0,75 высоты топливного бака. При отборе проб топлива из корпусов фильтров грубой и тонкой очистки топлива сливали отстой. Отбор проб топлива производился при установившемся режиме работы трактора при номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя. В момент отбора проб фиксировалась температура и плотность топлива.

2.1.3.2. Определение содержания механических примесей в дизельном топливе

Определение содержания механических примесей в дизельном топливе проводили по ГОСТ 10577-78 /95/ с изменением № 1, утвержденным в апреле 1983 Г. (ИУС - 83). Основное отличие нового стандарта от ГОСТ 10577-63 заключается в том, что введен коэффициент осмоления, что значительно на результаты определения.

Сущность метода заключается в определении массы механических примесей, задерживаемых мембранными нитроцеллюлозными фильтрами № 5 с порами размером 0,8 - 0,9 мкм, при фильтровании через них испытуемого нефтепродукта.

За результат анализа нефтепродуктов принималось среднее значение двух последовательных определений. Погрешность измерения между параллельными определениями не превышала 15% от среднего арифметического значения при доверительной вероятности 0,95.

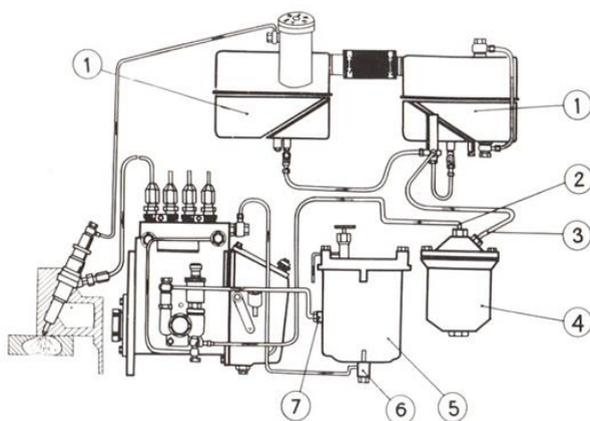


Рис.2.7 Место отбора проб топлива в топливной системе двигателя Д-240 трактора МТЗ-80Х

Место отбора топлива:

- 1-топливный бак трактора;
- 2-до фильтра грубой очистки топлива(ФГО);
- 3-после фильтра грубой очистки топлива;
- 4-из корпуса фильтра грубой очистки топлива;
- 5-из корпуса фильтра тонкой очистки топлива;
- 6-до фильтра тонкой очистки топлива(ФТО);
- 7-после фильтра тонкой очистки топлива.

2.1.3.3. Определение дисперсного состава загрязнёний в дизельном топливе

Дисперсный состав загрязнёний для получения характеристик полноты и тонкости отсева определяют следующими методами:

фотоседиментационным, седиментационным, микрофотографическим, микропроекционным и микроскопическим.

Фотоседиментационный и седиментационный методы имеют недостаточную точность получаемых результатов. Эти методы нашли широкое применение для высококонцентрированных суспензий (порядка 0,02-0,025%). Поэтому для дизельных топлив этот метод непригоден.

Электроимпульсный метод применим только для счёта частиц и определения их размера в электропроводящих жидкостях. В связи с

тем, что дизельное топливо является диэлектриком, то этот метод также неприемлем.

Микрофотографический метод заключается в том, что загрязнёния фотографии производится определение размеров и счет частиц.

В настоящее время широкое распространение получили микроскопические методы дисперсного анализа состава загрязнёний в жидкостях. При этом для подсчета частиц используется микроскоп.

Преимуществами микроскопического метода являются: возможность непосредственного подсчёта числа частиц определенного размера, а не их массы; независимость полученных данных от плотности частиц; повышение точности результатов с увеличением числа рассмотренных полей зрения и т.д. Однако микроскопический метод является весьма трудоёмким.

Наряду с обычными микроскопами за рубежом применяют микроскопы, поле зрения которых проецируется на телевизионный экран а результаты анализа обрабатываются на портативном ЭВМ. Такие устройства выпускается фирмами Millipore (США), Micro Measurements (Англия), Vickers (Англия) и др. Применение систем объединяющих микроскоп, телекамеру и счетно-решающее устройство, значительно облегчает дисперсный анализ состава загрязнёний, повышается точность и достоверность результатов, т.к. исключают субъективные ошибки при подсчёте.

Для определения размера и счёта частиц загрязнёний используют три микроскопических метода:

- первый метод основан на просмотре осаждённых из жидкости частиц загрязнителя на предметные стекла;
- второй метод основан на просмотре через слой жидкости загрязнёний, осевших на дно кюветы;
- третий метод заключается в том, что топливо пропускается через мембранный фильтр, затем его поверхность просматривается под микроскопом.

В работе был использован второй метод, который позволил получить достаточно полную картину о количестве, размерах и формах частиц загрязнёнии, содержащихся в дизельном топливе при помощи микроскопа МБИ-15У4.1 /96/.

Методика определения дисперсного состава загрязнёний заключалась в следующем. Пробу топлива тщательно перемешивали и наливали (до высоты 10 мм) в специальную кювету, которую предвари-

тельно промывали и проверяли чистоту под микроскопом. Кювету закрывали стеклом и оставляли на определенное время для осаждения частиц загрязнёний на дно кюветы.

Определение дисперсного состава загрязнёний производили путём просмотра и подсчёта частиц по размерным группам в полях зрения, количество которых выбирали в зависимости от среднего количества частиц в поле зрения.

Среднее количество частиц в одном поле зрения на 1 мл топлива определяли по формула:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^N \cdot \ddot{X}_i \cdot 1000}{S \cdot h \cdot n}, \quad (2.4)$$

где X_i – среднее количество частиц данного размера в поле зрения, шт.;

S – площадь поля зрения, мм²;

h – высота налива топлива в кювете, мм;

n – число просмотренных полей зрения.

Погрешность определения количества частиц в 1 см³ составила 10...15% при доверительной вероятности 0,9.

2.2. Результаты исследования запылённости воздуха

Согласно разработанной методики определения запылённости воздуха (п.2.1, 2.2.1), были проведены исследования запылённости воздуха при выполнении технологических операций производства хлопко-сырца тракторами МТЗ-80Х и хлопкоуборочными машинами ХН-3,6-0,1, ХНП-1,8 /97, 98, 99, 100/.

В таблице 2.2. приведены результаты исследования запылённости воздуха по зонам отбора проб, показанных на рис. 2.1, 2.2. Из таблицы видно, что максимальная концентрация запылённости воздуха достигает 1719 мг/м³.

На рис. 2.8, 2.9 представлены зависимости, показывающие изменение запылённости воздуха по видам технологических операций от высоты над поверхностью земли. Результаты исследования показывают, что интервалами между зонами, отличающимися по запылённости более чем в 2 раза, является высота 0,3...0,6 м от поверхности земли.

Наибольшая запылённость воздуха происходит на конец апреля, май и июнь. Средняя запылённость воздуха вокруг трактора в апреле -1240 мг/м³, в мае -1270 мг/м³, в июне -1355 мг/м³.

Зонами наибольшей концентрации пыли для трактора МТЗ-80X являются зона заливной горловины топливного бака, силового цилиндра гидросистемы, воздухоочистителя. Для хлопкоуборочных машин такими зонами являются: верхняя, передняя и нижняя зона бункера; зона заливной горловины топливного бака; зона забора воздуха воздухоочистителя; зона радиатора.

На рис.2.10. представлена зависимость изменения запылённости воздуха по месяцам на различной высоте от поверхности почвы в зонах воздухоочистителя и заливной горловины топливного бака. Результаты исследования свидетельствуют о том, что наиболее целесообразным местом возможного расположения зоны забора воздуха для воздухоочистителя и заливной горловины топливного бака являются зона кабины трактора на высоте 2,7 м, а для хлопкоуборочных машин – передняя нижняя зона кабины механика-водителя.

Таблица 2.2.

Запыленность воздуха по различным зонам машин

номера зон	Расстояние от поверхности почвы Н (м)	Зоны	Запыленность воздуха при проведении технологических операций производства хлопка-сырца, мг/м ³				
			посев частот-незодовой	3-я продольная культивация	5-я продольная культивация	6-я продольная культивация	1-й машинный сбор-хлопка-сырца
1	1,8	Заливная горловина топливного бака	140,6-341,2	177,4-345,4	39,3-139,6	15,9-46,3	668-1719
2	1,5	Топливный бак	132,4-335,0	149,2-354,0	60,0-127,4	18,5-46,3	763-1635
3	1,3	ТНВД и ФТО топлива	147,0-271,7	197,6-351,0	59,6-134,1	29,1-71,4	649-1412
4	1,1	ФГО топлива	140,4-257,2	223,1-318,5	39,3-92,1	15,9-46,3	615-1202
5	2,7	Верхняя задняя правая зона кабины	32,7-74,18	35,0-92,2	16,3-42,0	6,6-23,8	224-585
6	2,1	Воздухоочиститель	158,8-237,5	225,8-396,0	51,5-105,7	10,6-30,4	817-1720
7	2,7	Верхняя задняя левая зона кабины	7,8-21,0	10,8,28,2	5,4-10,8	1,3-5,8	183,2-523,0
8	1,9	Передняя нижняя левая зона кабины хлопкоуборочной машины	-	-	-	-	10,2-39,4
9	1,9	Передняя нижняя правая зона кабины хлопкоуборочной машины	-	-	-	-	17,8-61,5
10	3,1	Задняя верхняя левая зона кабины хлопкоуборочной машины	-	-	-	-	183,2-523,0
11	3,1	Задняя верхняя правая зона кабины хлопкоуборочной машины	-	-	-	-	224-585
12	3,1	Передняя верхняя правая зона кабины хлопкоуборочной машины	-	-	-	-	56,0-184,6

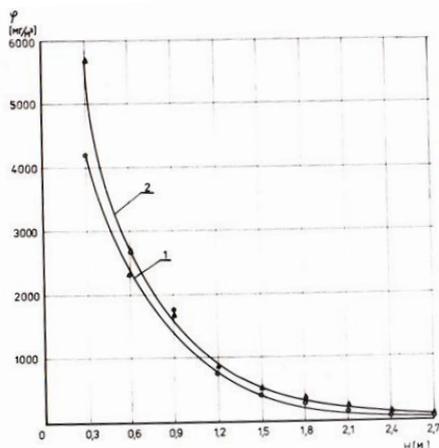


Рис. 2.8. Запыленность воздуха при проведении технологических операций в зависимости от высоты над поверхностью почвы

Высота над поверхностью почвы (м)

- 1-посев частогнездовой с внесением удобрений;
- 2- 3-я продольная культивация с нарезкой борозд.

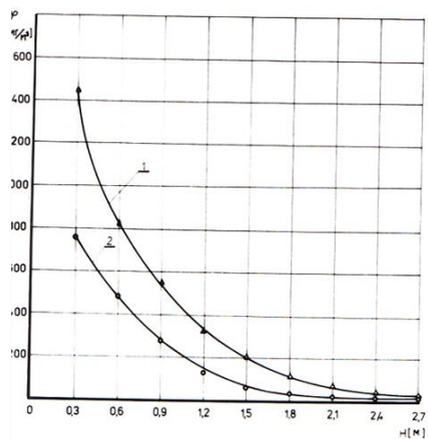


Рис. 2.9 Запыленность воздуха при выполнении технологических операций в зависимости от высоты над поверхностью почвы

Высота над поверхностью почвы (м)

- 1- 5-я продольная культивация с нарезкой борозд;
- 2- 6-я продольная культивация с нарезкой борозд.

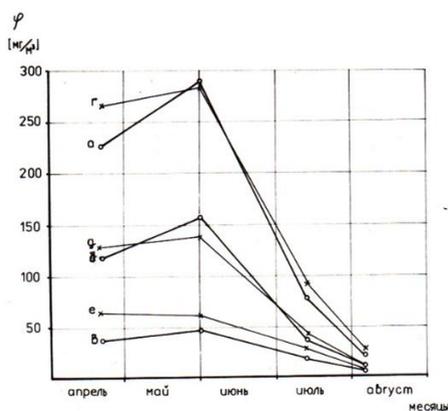


Рис. 2.10 Запыленность воздуха на различной высоте от поверхности почвы в зонах воздухоочистителя и заливной горловины топливного бака (по месяцам)

Запыленность воздуха, мг/м³

0 – зона забора воздуха воздухоочистителя на высоте:

а=2,1 м; б=2,4 м; в=2,7 м.

Х – зона заливной горловины топливного бака на высоте:

а=1,8 м; б=2,4 м; в=2,7 м.

Таким образом, в результате исследования запыленности воздуха вокруг тракторов МТЗ-80Х при работе их с сельскохозяйственными машинами был установлен общий характер зависимостей, а также минимальные и максимальные зоны запыленности, что сделало возможным выявить наиболее целесообразные зоны забора воздуха для воздухоочистителя и заливной горловины топливного бака.

2.3. Результаты исследования параметров окружающей среды.

Основные результаты исследования параметров окружающей среды, влияющих на чистоту дизельного топлива при работе тракторов в хлопководстве, показаны в таблице 2.3. Из таблицы видно, что температура окружающего воздуха характеризуется высокими значениями. Например, за период выполнения технологической операции-посев хлопчатника, максимальная средне-декадная температура по данным метеостанции «Андижан» составила 27,9⁰С, а минимальная 17,6⁰С (за последние 5 лет средние значения), то при выполнении операции 3-я продольная культивация она составляет 34,8...35,2⁰С. В летний период

наблюдалось увеличение температуры воздуха до +45...47⁰С. В таблице приведены значения всех показателей, зафиксированных во время замера запылённости окружающего воздуха при работе трактора.

Относительная влажность воздуха при выполнении технологических операций составляла 44...57% и практически находилась в этих пределах. Влажность почвы на поверхности варьировала в пределах 9...21%. Наименьшие его значения были в июне, когда температура воздуха была максимальной. За время посевного и вегетационного периода развития хлопчатника изменение температуры почвы составляла 21...32⁰ С, а к периоду машинного сбора наблюдалось значительное его понижение до 18⁰ С, что связано с понижением температуры воздуха. В основном при работе тракторов в течение всего периода выполнения технологических операций скорость воздушного потока (скорость ветра) не превышала 3 м/с. Изменение атмосферного давления незначительно и составляло 702-724 мм. рт. ст.

2.4. Результаты исследования загрязнённости дизельного топлива

Исследования загрязнённости дизельного топлива проводились согласно разработанной методики (П.2.1, 2.1.3) /101, 102/.

Загрязнённость дизельного топлива определялась на пути следования его от топливного бака до ТНВД (рис.2.7).

На рис.2.11 показано изменение содержания механических примесей в топливе топливной системы дизелей Д-240 эксплуатируемых в хлопководстве. Среднее содержание механических примесей в топливной системе увеличивается от 0,003...0,01% масс.

На рис.2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16 показаны дисперсный состав и количество частиц загрязнений в дизельном топливе в шт/мл по интервалам размеров в мкм. Из приведенных рисунков видно, что максимальное количество частиц механических примесей составляют частицы размеров 5...15 мкм.

**ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАКТОРА
МТЗ-80Х В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНА**

Таблица 2.3.

Результаты исследований параметров окружающей среды

Вид технологической операции производства хлопка-сырца	Период выполнения технологической операции	Температура окружающей воздуха, °С	Относительная влажность воздуха	Скорость ветра максимальная м/с	Давление окружающей среды мм.рт.ст.	Влажность почвы на поверхности, %	Температура почвы на поверхности, °С	Температура топлива в топливном баке, °С
Посев частогнездовой с внесением удобрений	10-20 апреля	(17,6-27,9) 26,8-27	(25-65) 44,1-51,7	3,0	702-717	22,0	21,2-24,4	20-27,3
3-я продольная культивация хлопчатника	6-25 июня	(26,2-37) 34,8-35,2	(24-29) 43,4-44,2	3,0	707-709	14,0	26,8-27,7	28-35,0
6-я продольная культивация хлопчатника	15 августа – 9 сентября	(25-35) 31-31,6	(26,3-54,9) 56-58	3,0	712-713	13,2	29,1-29,8	30-47,0
1-й машинный сбор хлопка-сырца	20 сентября – 5 октября	(17,0-29,2) 25,2-26,6	(24,7-64,3) 54-57,2	3,0	722-724	19,2	18,0	25-38,0

Примечание: в скобках указаны средние и максимальные значения показателей за последние 5 лет по данным метеостанции «Андижан» за указанные в таблице периоды.

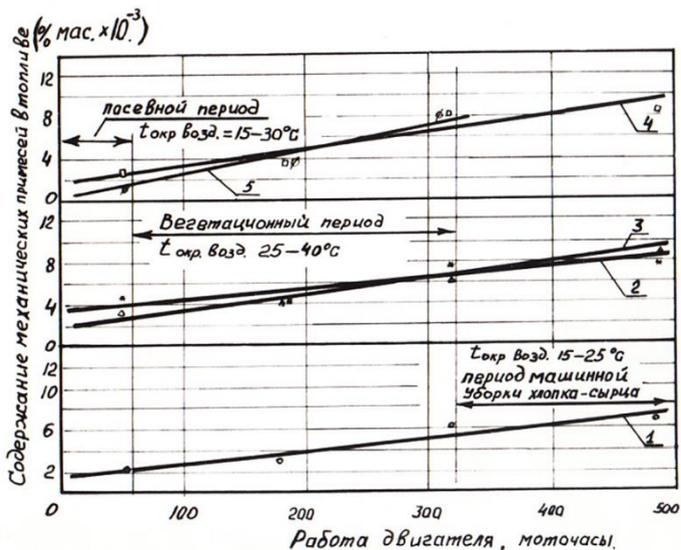


Рис.2.11 Содержания механических примесей в топливе топливной системы дизелей Д-240, эксплуатируемых в хлопководстве

- 1-в топливном баке, $y=0,00182+1,072 \cdot 10^{-5} x$;
- 2-до фильтра грубой очистки топлива, $y=0,00396+9,5 \cdot 10^{-6} x$;
- 3-после фильтра грубой очистки топлива, $y=0,00218+1,393 \cdot 10^{-5} x$;
- 4-до фильтра тонкой очистки топлива, $y=0,00181+1,60 \cdot 10^{-5} x$;
- 5- после фильтра тонкой очистки топлива, $y=0,00054+2,7 \cdot 10^{-5} x$;

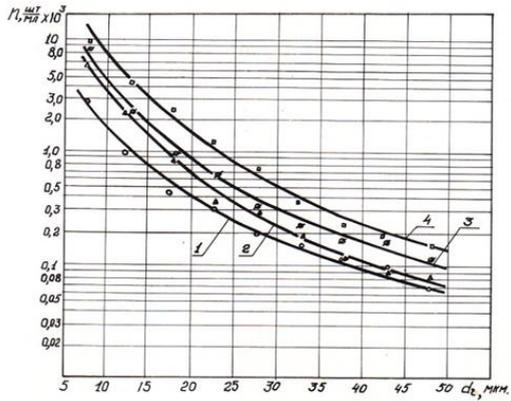


Рис.2.12 Дисперсный состав и количество частиц загрязнений в топливе (топливный бак трактора)

- 1- посев хлопчатника, $y=517619,16 \times x^{-2,2873}$;
- 2- 3-я продольная культивация хлопчатника, $y=4859493,8 \times x^{-2,8718}$
- 3- 6-я продольная культивация хлопчатника, $y=2045682,1 \times x^{-2,5114}$
- 4- 1-й машинный спорхлопка-сырца, $y=6762653,9 \times x^{-2,7214}$

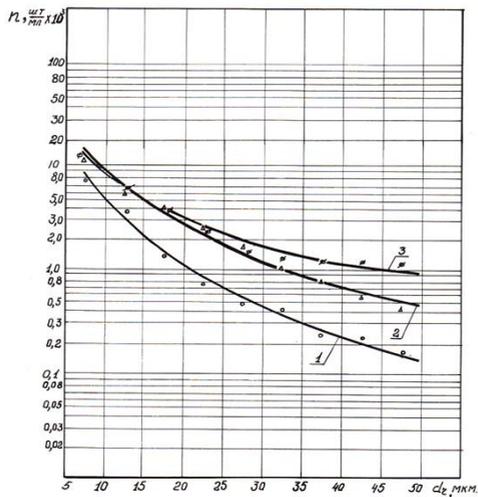


Рис.2.13 Дисперсный состав и количество частиц загрязнений в топливе (до фильтра грубой очистки топлива)

- 1- посев хлопчатника, $y=2311555,2 x^{-2,4544}$;
 2- 3-я продольная культивация хлопчатника, $y=2222092,8 x^{-2,1373}$;
 3- 6-я продольная культивация хлопчатника, $y=391536,1 x^{-1,5412}$.

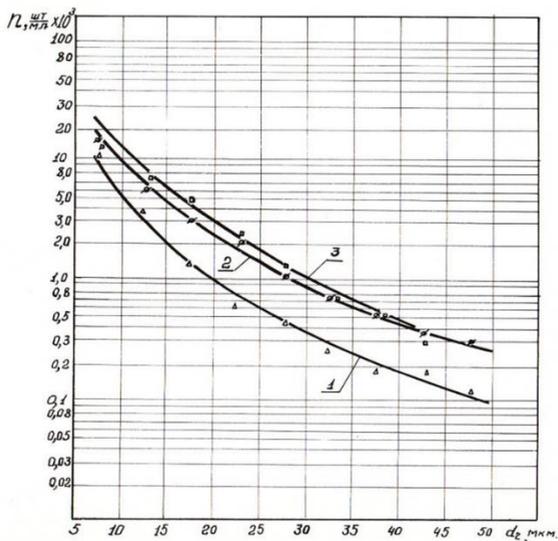


Рис.2.14 Дисперсный состав и количество частиц загрязнений в топливе (после фильтра грубой очистки топлива)

- 1- 3-я продольная культивация хлопчатника, $y=5243480,4 x^{-2,7532}$;
 2- 6-я продольная культивация хлопчатника, $y=6854891 x^{-2,5677}$;
 3- 1-й машинный спорхлопка-сырца, $y=10565145 x^{-2,6919}$.

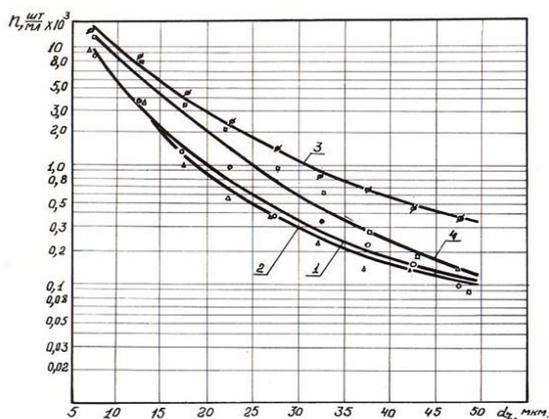
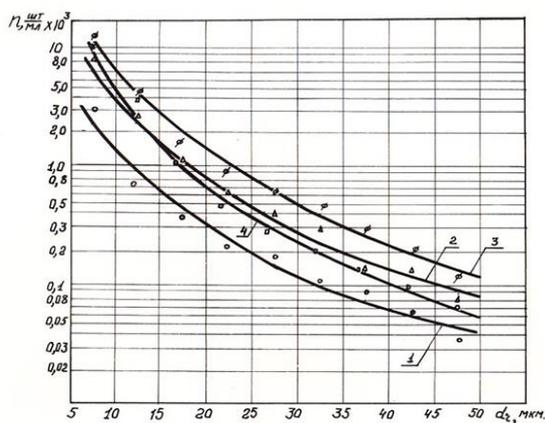


Рис.2.15 Дисперсный состав и количество частиц загрязнений в топливе (до фильтра тонкой очистки топлива)

- 1- посев хлопчатника, $y=5248317 x^{-2,7262}$;
- 2- 3-я продольная культивация хлопчатника, $y=4442344,4 x^{-2,7246}$;
- 3- 6-я продольная культивация хлопчатника, $y=7645898,8 x^{-2,5267}$;
- 4- 1-й машинный спорхлопка-сырца, $y=57648227 x^{-3,3153}$.



- 1,2,3 - Работа фильтроэлемента #1 (наработка 300 мото-ч.)
4 - Работа фильтроэлемента #2 (наработка 200 мото-ч.)

Рис.2.16 Дисперсный состав и количество частиц загрязнений в топливе (после фильтра тонкой очистки топлива)

- 1- посев хлопчатника, $y=584971,29 x^{-2,4089}$;

- 2- 3-я продольная култивация хлопчатника, $y=3494426,7 x^{-2,6921}$;
- 3- 6-я продольная култивация хлопчатника, $y=6944286,7 x^{-2,7459}$;
- 4- 1-й машинный спорхлопка-сырца, $y=12622026 x^{-3,1013}$.

На рис.2.17 показано изменение содержания свободной воды в топливе топливной системы дизелей Д-240 тракторов МТЗ-80X, эксплуатируемых в хлопководстве.

Отсюда следует, что кроме механических примесей, в топливной системе наблюдается интенсивный процесс накопления воды в топливе, что существенным образом сказывается на работоспособность топливной аппаратуры.

Согласно проведённым исследованиям загрязнённости дизельного топлива можно сделать следующие выводы:

- в связи с несоблюдением в хлопкосеящих хозяйствах условий транспортирования, хранения и применения дизельных топлив в двигателях, в топливе накапливается значительное количество загрязнёний. Техническими условиями на дизельное топливо (ГОСТ 305-82) механические примеси и вода должны отсутствовать;

- в процессе эксплуатации двигателей происходит постоянное увеличение запылённости топлива в топливной системе;

содержание механических примесей возрастает с 0,003 до 0,01 и более % масс;

- основную массу механических примесей в топливе составляют частицы размером 5...15 мкм;

- при эксплуатации тракторов с высокой загрязнённостью дизельного топлива необходимо разработать технические средства, повышающие чистоту дизельного топлива.

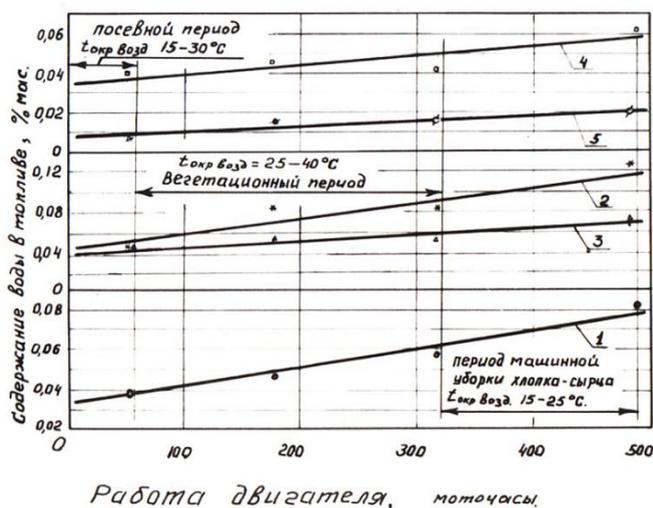


Рис.2.17 Содержание свободной воды в топливе топливной системы дизелей Д-240, эксплуатируемых в хлопководстве

- 1-в топливном баке, $y=0,0308+9,189 \cdot 10^{-5} x$;
- 2-до фильтра грубой очистки топлива, $y=0,0418+1,509 \cdot 10^{-4} x$;
- 3-после фильтра грубой очистки топлива, $y=0,0375+4,91 \cdot 10^{-5} x$;
- 4-до фильтра тонкой очистки топлива, $y=0,0345+4,62 \cdot 10^{-5} x$;
- 5- после фильтра тонкой очистки топлива, $y=0,0067+2,547 \cdot 10^{-5} x$.

2.5. Обобщение результатов и формулировка основных положений моделирования процессов загрязнения и очистки дизельного топлива.

Основные результаты исследования эксплуатационных факторов, определяющих процесс дизельного топлива при работе тракторов в хлопководстве указывает на то, что рассматриваемые процессы являются сложными, а задача их изучения-многофакторной. Основные факторы, определяющие процессы накопления загрязнений в топливных баках и влияющие на надёжность и работоспособность фильтров топливной аппаратуры, представлена в табл.2.4.

Исследование влияния эксплуатационных факторов, а также моделирование эксплуатационных условий работы топливной системы дизелей тракторов, удобнее проводить на специализированном стенде. При этом лабораторная модель должна учитывать как можно большее

число факторов, указанных в табл.2.4. В том случае, если лабораторная модель отвечает определённым условиям адекватности моделирования, она может быть использована для имитации самых разнообразных экстремальных эксплуатационных режимов работы топливной системы.

В соответствии с задачами настоящей работы необходимо установить общие функциональные связи между изучаемыми показателями, характеризующими прямо или косвенно процессы загрязнения и очистки дизельного топлива, и факторами их определяющими. При этом результирующими показателями, характеризующими прямо или косвенно процессы загрязнения и очистки дизельного топлива, и факторами их определяющими. При этом результирующими показателями, характеризующими процессы загрязнения и очистки топлива являются: загрязнённость топлива баке трактора (концентрация загрязнений) и ресурс топливных фильтров (по объему пропущенного топлива) с учётом тонкости фильтрации, обеспечивающий минимальный износ и безотказность топливной аппаратуры.

Априорная информация по обзорным литературным данным (54,59,61,63,65,75,87,103) показывает, что загрязнённость топлива в баке является функцией всех факторов, приведенных в табл.2.4.

То есть:

$$C_6 = f_1(x_1; x_2; x_3; \dots x_{15}). \quad (2.5)$$

При этом решающее влияние на C_6 оказывает запылённость окружающей среды, которая может быть выражена общей функциональной зависимостью вида:

$$X_1 = f_2(x_4; x_5; \dots x_{12} x_{14} x_{15}). \quad (2.6)$$

Ресурс топливных фильтров, характеризуемый наработкой сменных фильтроэлементов и зависит от свойств пористого материала, конструкции фильтра, загрязнённости топлива в баке и ряда эксплуатационных факторов

Следовательно:

$$Q = f(C_6; \Psi; \delta; S; \varphi; x_1; x_2; x_3; x_5; x_6; x_9 \dots x_{15}) \quad (2.7)$$

где Ψ, δ, φ – характеристики фильтрующей шторы: пористость, толщина и коэффициент полноты фильтрации пористого материала;

S- поверхность фильтрации.

Таким образом, моделирование эксплуатационных режимов работы топливных систем дизельных двигателей, в соответствии с целью настоящего исследования, должны быть направлены на максимальное соблюдение функциональных связей (2.5), (2.6), (2.7), наблюдаемых в

реальной эксплуатации тракторов, путём имитации факторов, определяющих эти связи. Для достижения поставленной цели должны быть сформулированы основные условия адекватности моделирования и разработаны моделирующая лабораторная установка и соответствующие методики проведения испытаний.

Факторы, определяющие процесс загрязнѐния дизельного топлива

Таблица 2.4.

№	Факторы	Единицы измерения	Обозначение
1.	Запылѐнность окружающего воздуха	Кг/м ³	X ₁
2.	Температура топлива	⁰ С	X ₂
3.	Объѐм прокачиваемого топлива	М ³	X ₃
4.	Температура окружающей среды	⁰ С	X ₄
5.	Относительная влажность воздуха	%	X ₅
6.	Влажность почвы	%	X ₆
7.	Скорость воздушного потока	м/с	X ₇
8.	Расстояние от поверхность земли	м	X ₈
9.	Структура почвы	-	X ₉
10.	Атмосферное давление	кПа	X ₁₀
11.	Солнечная радиация	Вт/м ²	X ₁₁
12.	Количество атмосферных осадков	мм	X ₁₂
13.	Активность микроорганизмов в топливе	-	X ₁₃
14.	Тип двигателя трактора	-	X ₁₄
15.	Скорость движения агрегата	м/с	X ₁₅

2.6. Выводы

2.6.1. Загрязнѐнность дизельного топлива в баках тракторов, занятых на выполнении технологических операций возделывания и машинной уборки хлопка -сырца зависит от ряда эксплуатационных факторов. Определяющими из них являются запылѐнность, температура воздуха и рабочие режимы тракторов.

2.6.2. Впервые разработана методика комплексного определения и оценки запылѐнности воздуха, определяющих процесс загрязнѐния дизельного топлива при работе тракторов в хлопководстве, позволяющая экспериментально оценивать влияние параметров окружающей среды и режимов работы трактора в сельскохозяйственном производстве на загрязнѐнность дизельного топлива в топливной системе двигателей.

2.6.3. Показано, что при выполнении комплекса технологических операций при возделывании хлопка-сырца в условиях Республика Узбекистан температура воздуха колеблется в пределах 17...47⁰ С при

относительной влажности воздуха 44...60 % и атмосферном давлении 702...724 мм.рт.ст., при этом влажность почвы находится в пределах 14-22 %. Изменение указанных параметров оказывает решающее влияние на Запылённость в воздухе и загрязнённость топлива в топливной системе.

2.6.4. Наибольшая концентрация пыли в воздухе наблюдается в весенне-летний период и достигает 300...400 мг/м³, увеличиваясь при усилении ветра.

2.5.6. Установлена неравномерная запылённость воздуха в различных вокруг трактора. Наибольшая запылённость, в пределах 300...1700 мг/м³, обнаружена у заливной горловины топливного бака. Наименьший уровень запылённости в верхней зоне кабины трактора.

2.6.6. Загрязнённость топлива в баке трактора колеблется в широких пределах и зависит от основных эксплуатационных факторов, определяющих процесс загрязнения. В процессе работы наблюдается линейное увеличение загрязнённости. Получены линейные уравнения, описывающие загрязнённость топлива в процессе работы трактора.

2.6.7. Систематизацией эксплуатационных факторов, влияющих на загрязнение топлива при работе тракторов в хлопководстве, установлены общие функциональные связи, определяющие загрязнённость топлива в баках, запылённость воздуха и ресурс топливных фильтроэлементов. Установленные функциональные связи применимы для разработки общей методики моделирования эксплуатационных факторов в лабораторных условиях с целью дальнейшего исследования и разработки мероприятий повышения чистоты дизельного топлива.

ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

3.1. Теоретическое обоснование моделирования условий эксплуатации системы питания тракторов

Процессы загрязнения и очистки топлива тракторов, работающих в хлопководстве, являются достаточно сложными и интенсивными. Это подтверждается результатами исследования эксплуатационных факторов, определяющих рассматриваемые процессы. Поэтому физическое моделирование реальных процессов в лабораторных условиях представляет определенные трудности.

Условия максимальной имитации реальных эксплуатационных режимов и факторов на специализированном стенде могут быть обеспечены в том случае, если они правильно сгруппированы в критерии, позволяющие оценивать адекватность модели реальному образцу. Это может быть сделано на основании общего анализа процессов накопления загрязнений и их очистки фильтрами, установленными в топливной системе двигателя трактора.

Рассмотрим с этой целью процесс накопления механических примесей в топливном баке трактора, включенном в наиболее распространенную систему проточного типа дизеля (рис.3.1).

Общее количество загрязнений, находящихся в топливном баке трактора в данный момент в виде механических примесей складывается из остаточных и поступивших при заправке G_0 , а также поступивших из атмосферы при «дыхании» бака G_a , рис.3.1

$$G_6 = G_0 + G_a \quad (3.1)$$

Общее уравнение материального баланса загрязнений в дифференциальной форме можно выразить следующим образом:

$$\rho_m \cdot (Q_6 - q_m \cdot \tau) \cdot dC \cdot a_6 \cdot d\tau - \rho_m \cdot i \cdot q_m \cdot i \cdot q_m \eta_a \cdot c \cdot d\tau - \rho_m \cdot i \cdot q_m (1 - \eta_a) \cdot \eta_m \cdot c \cdot d\tau, \quad (3.2.)$$

где:

G -текущая концентрация загрязнений в баке;

Q_6 -объем топливного бака;

q_T -объемный расход топлива дизельным двигателем;

i -кратность циркуляции;

ρ_T -плотность топлива;

τ -время работы двигателя;

a_6 -осреднённая скорость поступления загрязнений при «дыхании» топливного бака;

η_r, η_t -коэффициенты эффективности грубой и тонкой очистки топлива в топливной системе дизеля.

Правая часть уравнения (3.2.) выражает бесконечно малое изменение массы загрязнений в топливном баке. В левой части показана разница элементарного количества загрязнений, поступающих из атмосферы со скоростью a_δ и количества загрязнений, задержанных очистительной аппаратурой.

Разделяя переменные и интегрируя уравнение (3.2.), получаем:

$$\int_{C_o}^{C_\delta^\tau} \frac{dC}{a_\delta - \rho_m \cdot q_m \cdot \epsilon_\phi \cdot C} = \int_0^\tau \frac{d\tau}{\rho_m (Q_\delta - q_m \cdot \tau)},$$

или при $Q_\tau = q_m \cdot \tau$

$$C_\delta^\tau = \frac{a_\delta}{\rho_T \cdot q_T \cdot \epsilon_\phi} \left[1 - e^{\epsilon_\phi \cdot \ell n} \left(1 - \frac{Q_\tau}{Q_\delta} \right) \right] + C_o \cdot \ell^{e\phi \ell n} \left(1 - \frac{Q_\tau}{Q_\delta} \right) \quad (3.3)$$

где C_δ - текущая загрязнённость топлива в баке;

$\epsilon_\phi = i[\eta_z + (1 - \eta_z) \cdot \eta_z]$ – параметр, учитывающей влияние очистки топлива на процесс накопления загрязнений.

Из формулы (3.3) следует, что загрязнённость топлива растет при постоянном поступлении загрязнений в бак и уменьшающимся количестве топлива в нем. Для среднего уровня топлива в баке $Q_\delta/Q_\tau=0,5$, получаем осреднённую за время выработки топлива из бака концентрацию:

$$C_\delta = \frac{g_\delta}{\epsilon_\phi} \left(1 - I^{-0,7\epsilon_\phi} \right) + C_o \cdot I^{-0,7\epsilon_\phi} \quad (3.4)$$

где величина $g_\delta = \frac{a_\delta}{\rho_T \cdot q_T}$ представляет собой относительное количество загрязнений поступающих в топливную бак в процессе его эксплуатации, а

C_o –концентрацию загрязнений, потупивших с топливом при заправке и дополнительно образованных из остаточных при заполнении бака топливом. При отсутствии фильтров ($\epsilon_\phi=0$) формула (3.4.) приобретает вид:

$$C_o^{\bar{}} = \frac{g_{\bar{o}}}{\epsilon_{\phi}} \left(1 - \ell^{-0,7\epsilon_{\phi}}\right) + C_o^{\bar{}} \quad (3.5)$$

При $\epsilon_{\phi} = 0, C_o^{\bar{}} = 0,7 g_{\bar{o}}$

В формуле (3.5.) обозначено: $C_o^{\bar{}} = C_o \ell - 0,7 g_{\bar{o}}$

В формуле (3.5.) параметр $g_{\bar{o}}$ существенно зависит от условной скорости поступления загрязнёний $a_{\bar{o}}$. Загрязнения поступают, как правило, при «дыханиях» бака, обусловленных целым рядом факторов. Обычно большое «дыхание» баков обусловлено постепенным заполнением бака воздухом по мере расходования топлива. Малые «дыхания» обусловлены колебаниями температуры воздуха и топлива в баках, давления, воздушными потоками снаружи бака, вибрацией, конструкцией дыхательной системы и т.д.

При отсутствии фильтрации воздуха в дыхательной системе топливного бака при известной запылённости воздуха Z_{ϵ} скорость поступления загрязнёний можно обобщенно выразить так:

$$a_{\bar{o}} = q_m \cdot K_{\epsilon} \cdot Z_{\epsilon}$$

Где:

K_{ϵ} -условная кратность воздухообмена в топливном баке, зависящая от факторов, отмеченных выше. Соответственно загрязнённость топлива в баке из формулы (3.5.) можно представить в виде:

$$C_o^{\bar{}} = \frac{K_{\epsilon} \cdot Z_{\epsilon}}{\rho_m \cdot \epsilon_{\phi}} \left(1 - e^{-0,7\epsilon_{\phi}}\right) + C_o^{\bar{}} \quad (3.6)$$

Уравнение (3.6.) в обобщённой критериальной форме описывает среднюю загрязнённость топлива в баках тракторов за период выработки объема одного бака в зависимости от всех основных факторов, исключая факторы определяющие условную кратность воздухообмена в баке.

В соответствии с теорией подобия и моделирования все безразмерные параметры, входящие в формулу (3.6.), являются критериями подобия /104,105/, имеющими следующий смысл:

$$\frac{Z_g}{\rho_m}$$

- Запылённость воздуха, поступающего в топливный бак, отнесенная к плотности топлива;

$\epsilon\phi$ - критерий интенсивности очистки топлива;

K_g - критерий интенсивности циркуляции воздуха в системе бак-атмосфера (условная кратность воздухообмена в баке).

Формула (3.6.) показывает, что C_g линейно зависит от факторов, определяющих интенсивность поступления загрязнений из атмосферы в бак.

В процессе эксплуатации трактора по мере выработки топлива из бака происходит постепенное накопление загрязнений в оставшемся топливе. В целом загрязнённость топлива в баке

C_g^τ за время эксплуатации можно выразить так:

$$C_g^\tau = C_g^0 + n_g \cdot C_g = C_g^0 + \frac{G \cdot \tau}{V_g} \cdot C_g,$$

где $n_g = \frac{G \cdot \tau}{V_g}$ - количество заправок топлива в бак, выраженное

через часовой объемный расход топлива G , объем бака V_g и время эксплуатации τ ;

C_g^0 - исходная загрязнённость топлива в баке.

Таким образом, количество загрязнений топлива в баке с начала эксплуатации за время τ составит

$$C_g^\tau = C_g^0 + \frac{G \cdot \tau}{V_g} \cdot \frac{K_g \cdot Z_g}{\rho_m \cdot \epsilon\phi} \left(1 - e^{-0,7\epsilon\phi}\right) \quad (3.7.)$$

Зависимость для K_g в явном виде можно представить с учетом общей функциональной зависимости (2.5):

$$K_g = f(X_2; X_4; X_5; X_7; X_{10}; X_{11}; X_{15})$$

С использованием статистических значений величин C_g^0 и Z_g полученных при эксплуатации тракторов, параметру K_g может быть дана статистическая оценка путем расчёта из формулы (3.7):

$$K_{\text{вэ}} = \frac{(C_{\text{бе}}^2 - C_{\text{оэ}}^{\text{б}}) \cdot V_{\text{вэ}} \cdot \rho_{\text{Тэ}} \cdot B_{\text{ф}}}{G_{\text{э}} \cdot \tau \cdot Z_{\text{вэ}} (1 - e^{-0,7 \nu_{\text{фэ}}})} \quad (3.8)$$

Здесь:

$K_{\text{вэ}}$ - условная кратность воздухообмена бака по статистическим данным эксплуатации. Аналогично условная кратность воздухообмена бака по данным моделирования в лабораторных условиях $K_{\text{вл}}$ будет:

$$K_{\text{вл}} = \frac{(C_{\text{бе}}^2 - C_{\text{оэ}}^{\text{б}}) \cdot V_{\text{вэ}} \cdot \rho_{\text{Тэ}} \cdot B_{\text{ф}}}{G_{\text{э}} \cdot \tau \cdot Z_{\text{вэ}} (1 - e^{-0,7 \nu_{\text{фэ}}})} \quad (3.9)$$

Если при выполнении лабораторных и эксплуатационных испытаний одного и того же двигателя выполняется условие

$$\frac{G_{\text{л}} \cdot Z_{\text{вл}}}{V_{\text{вл}} \cdot (C_{\text{вл}}^2 - C_{\text{ол}}^{\text{б}}) \cdot \rho_{\text{Тл}} \cdot \beta_{\text{фл}}} = \frac{G_{\text{э}} \cdot Z_{\text{вэ}}}{V_{\text{вэ}} \cdot (C_{\text{вэ}}^2 - C_{\text{оэ}}^{\text{б}}) \cdot \rho_{\text{Тэ}} \cdot \beta_{\text{фэ}}}$$

то условие наибольшей имитации эксплуатационных факторов в лабораторных условиях будет соблюдено, при

$$\frac{K_{\text{вл}}}{K_{\text{вэ}}} = 1,0 \quad (3.11)$$

Условие (3.11) отражает один из главных принципов теории подобия: явления подобны, если равны критерии подобия (104,105). Таким образом, если при испытаниях топливных систем в эксплуатации и на стенде с разными характеристиками будет соблюдаться равенство условное кратности воздухообмена, то и процессы накопления загрязнёний топлива будут подобны.

Следовательно параметр $K_{\text{в}}$ может служить критерием правильности моделирования эксплуатационных факторов, определяющих процесс загрязнения топлива в лабораторных условиях. Очевидно степень приближения соотношения (3.9) к единице будет тем больше чем ближе моделирование обеспечивает выполнение функциональных связей в неявно форме выражаемых зависимостями (2.5) и (2.6). При этом степень соответствия (адекватности) проверяется соотношением:

$$100 - \frac{K_{\text{вэ}} - K_{\text{вл}}}{K_{\text{вэ}}} \cdot 100, \%$$

Из этого вытекает, что при разработке стенда моделирующего эксплуатационные режимы необходимо стремиться к максимальному учёту факторов, определяющих процессы накопления загрязнений в топливных баках, а проверку соответствия лабораторной модели эксплуатационному объекту производить с помощью соотношения (3.11).

В том случае, если условие (3.11) выполняется недостаточно, то подобие процессов загрязнения топлива в лабораторных и эксплуатационных условиях, характеризуемое загрязнённостью топлива $(C_{\sigma}^{\tau} - C_{\sigma}^{\delta})$, можно обеспечить соответствующим изменением запылённости воздуха в стендовых условиях, которая будет определяться формулой, вытекающей из (3.8) и (3.9):

$$X_{\text{зт}} = \left(\frac{K_{\text{эз}}}{K_{\text{эт}}} \right) \cdot \left(\frac{\rho_{\text{мт}} \cdot G_{\text{з}} \cdot V_{\text{ж}}}{\rho_{\text{н}} \cdot G_{\text{л}} \cdot V_{\delta\text{з}}} \right) \cdot Z_{\text{эз}} \quad (3.12)$$

Если по формулам (3.8) и (3.9) на основании статистических данных эксплуатации и данных лабораторных испытаний на моделирующем стенде определены параметры $K_{\text{в}}$, то требуемая скорректированная запылённость воздуха на стенде определится формулой (3.12).

Процессы загрязнения топлива оказывают существенное влияние на закупоривание пор фильтров тонкой очистки топлива, работающих в топливных системах двигателей тракторов. Общее представление о влиянии основных определяющих эксплуатационных факторов на ресурс фильтров даёт зависимость вида (2.7.). В более явном виде ресурс фильтров, определяемый наработкой сменных фильтроэлементов до замены в единицах объема профильтрованного топлива можно выразит в виде зависимости, основанной на предположении о закупоривании пор промежуточного типа /106/.

$$Q = \frac{\psi \cdot S \cdot \delta \cdot \rho_{\text{з}}}{K_{\phi} \cdot C_{\sigma} [(1-\eta) \cdot \eta] \cdot \rho_{\text{м}}} \cdot \ell_n \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_0} \right) \quad (3.13)$$

где: $\eta_{\text{г}}$, $\eta_{\text{т}}$ -коэффициенты полноты фильтрации или эффективности очистки загрязнений фильтрами грубой и тонкой очистки топлива;

ψ , S , δ - характеристики фильтрующей шторы: пористость, поверхность и толщина;

$\rho_{\text{т}}$, $\rho_{\text{з}}$ - плотность топлива и загрязнений;

ΔP_0 , ΔP -начальный и конечный перепад давлений;

K_{ϕ} -коэффициент ресурса, учитывающий физико-химические факторы процесса фильтрации.

При испытаниях серийных фильтров тонкой очистки в эксплуатационных условиях и на стенде параметры Ψ , S , δ одинаковы. Обозначив:

$$\frac{\Psi \cdot S \cdot \delta}{(1 - \eta_c) \cdot \eta_m} = B,$$

уравнение ресурса фильтроэлементов (3.13.) можно представить в виде:

$$Q = \frac{B \cdot \rho_3}{K_{\phi} \cdot C_{\delta} \cdot \rho_m} \cdot \ell_n \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_o} \right), \quad (3.14)$$

где коэффициент K_{ϕ} на основании общей зависимости (2.5.) можно выразить в виде функции следующих эксплуатационных факторов:

$$K_{\phi} = f(X_2; X_4; X_5; X_6; X_9; X_{10}; X_{11}; X_{12}; X_{13}), \quad (3.15)$$

С учетом статистических данных эксплуатации параметру может быть дана статистическая оценка.

$$K_{\rho_3} = \frac{B \cdot \rho_{3э}}{Q_3 \cdot C_{\delta_3} \cdot \rho_{mэ}} \cdot \ell_n \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_o} \right) \quad (3.16)$$

Аналогично можно определить K_{ϕ} по данным моделирования в лабораторных условиях:

$$K_{\phi_l} = \frac{B \cdot \rho_{3л}}{Q_k \cdot C_{k} \cdot \rho_{Tл}} \cdot \ln \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_o} \right). \quad (3.17)$$

Если при выполнении лабораторных и эксплуатационных испытаний одинаковых фильтроэлементов выполняется условие

$$\frac{\rho_{3л}}{Q_k \cdot C_{k} \cdot \rho_{Nk}} \ln \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_o} \right) = \frac{\rho_{3э}}{Q_3 \cdot C_{\delta_э} \cdot \rho_{mэ}} \ell_n \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_o} \right), \quad (3.18)$$

то условие наибольшей имитации факторов в лабораторных условиях будет соблюдено при

$$\frac{K_{\phi_l}}{K_{\phi_э}} = 1,0 \quad (3.19)$$

при этом степень адекватности определяется соотношением:

$$100 - \frac{K_{\phi_2} - K_{\phi_1}}{K_{\phi_2}} \cdot 100, \% \quad (3.20)$$

Из этого следует, что при разработке стенда, моделирующего эксплуатационные режимы работы фильтров необходимо стремиться к максимальному учёту факторов, определяемых общей функциональной зависимостью (3.15). В качестве критерия соответствия лабораторной модели реальному объекту можно использовать соотношение (3.19).

Таким образом, необходима разработка стенда и методики испытаний топливной системы дизельных двигателей тракторов, позволяющих учесть большинство факторов, определяемых общими функциональными зависимостями (2.5) и (2.7) и отвечающих обоснованным теоретическими критериями адекватности (3.11) и (2.19).

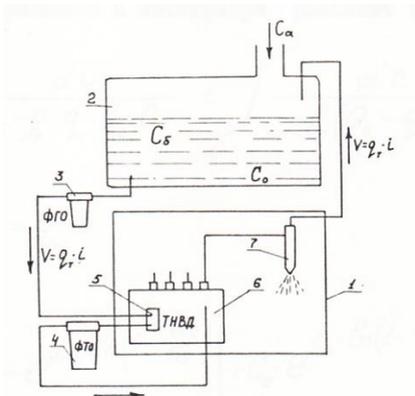


Рис. 3.1. Схема накопления и очистки топлива тракторного дизельного двигателя

1-двигатель; 2-топливный бак; 3, 4-фильтры; 5-топливopодкачивающий насос; 6-ТНВД; 7-форсунка.

3.2. Разработка стенда для исследования процессов накопления и очистки от загрязнений топлива дизельной топливной аппаратуры

На основании патентных, литературных, полевых и теоретических исследований работы топливной системы дизеля и загрязнения топлива разработан стенд.

Он состоит из термокамеры 3 размером 1,5 x 1,0 x 0,8 м в виде пространственного прямоугольного корпуса, изготовленного из термостойкого материала (текстолита) с прозрачной передней стенкой в виде дверей из закаленного термообработанного стекла, что позволяет вести визуальные наблюдения. К термокамере 3 закреплена (рис.3.2, 3.3) вытяжная труба 7 для соединения с атмосферой и установлены топливный насос высокого давления 2, кулачковый вал которого получает вращение от электродвигателя постоянного тока 1, получающий питание от пульта управления электропривода ЗТНЭ2 (рис.3.4), что обеспечивает бесступенчатое регулирование частоты вращения вала топливного насоса высокого давления, бачок 5 для сбора топлива из форсунок 6, топливный бак 4 с устройством 8 для автоматического поддержания заданной температуры топлива, выполненного в виде типового теплоэлектронагревательного элемента (ТЭН). Топливный бак 4 установлен на каркасе 9.

В термокамере предусмотрен фильтр грубой очистки топлива, установленный в топливной магистрали за топливным баком и фильтр тонкой очистки топлива 32, установленный на выходе топливоподкачивающего насоса и входе в топливный насос высокого давления, причём на входе и выходе фильтра тонкой очистки топлива установлены манометры, 13, вынесенные на щиток приборов.

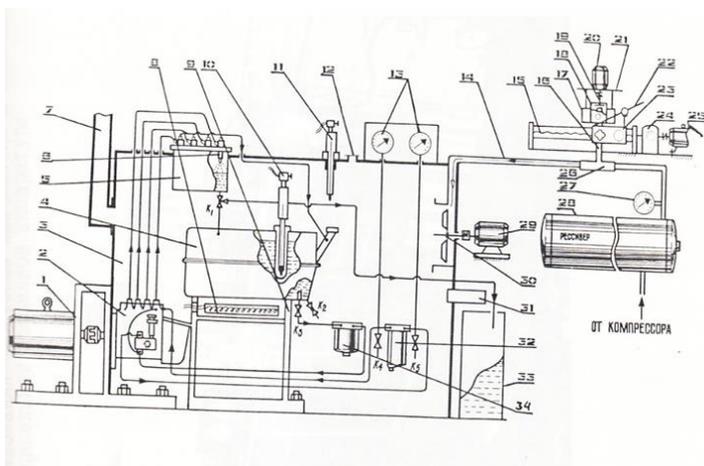


Рис.3.2 Схема стенда для исследования процессов накопления и очистки от загрязнений топлива в дизельной топливной аппаратуре

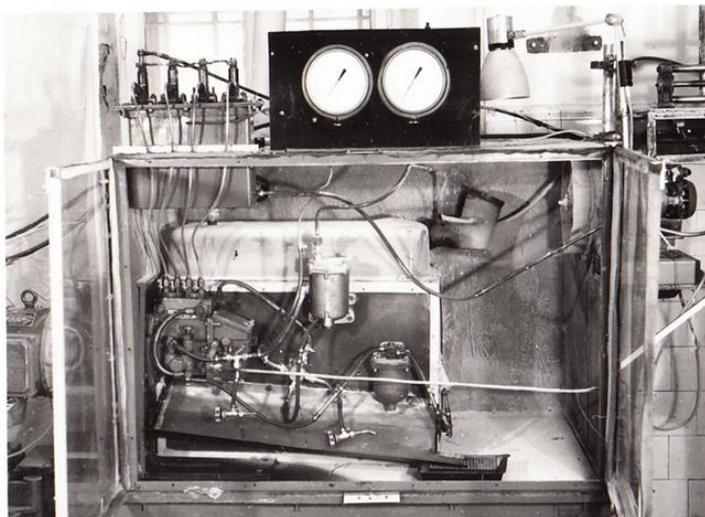


Рис.3.3 Общий вид термокамеры с топливной аппаратурой и приборами контроля

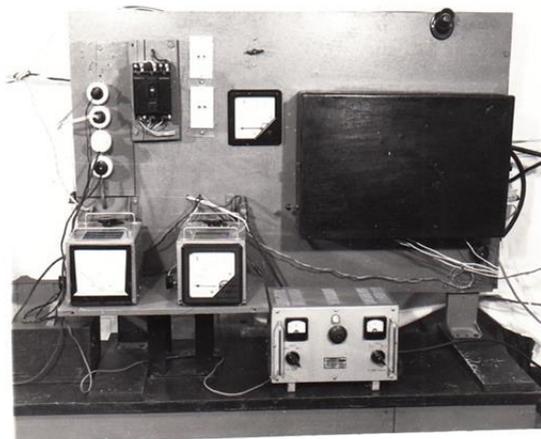


Рис.3.4 Пульт управления стенда

На выходе бабка для сбора топлива из форсунок установлен трехходовой кран K_1 , предназначенный для возможности изменения направления движения топлива непосредственно в топливный бак по

замкнутому контуру топливной системы дизеля, либо минуя топливный бак, топливо может поступать в сливной бак 33, предназначенный для сбора израсходованного топлива из топливного бака. К нижней части топливного бака прикреплены одноходовые запорные краны К₂, предназначенные для слива отстоя и К₃ - для перекрытия поступления топлива в магистраль фильтра грубой очистки топлива.

На входе и выходе фильтра тонкой очистки топлива установлены аналогичные сливные краны К₄ и К₅, предназначены соответственно для отбора проб топлива на входе фильтра тонкой очистки топлива.

В верхней части термокамеры и топливного бака установлены термодатчики термометры 10,11, предназначенные для автоматического поддержания заданной температуры воздушной среды в термокамере и топлива в баке.

В одной из боковых стенок термокамеры закреплено средства подогрева воздуха 31, выполненный в виде электронагревательного элемента с нагнетательной крыльчаткой для подачи воздуха в термокамеру и его нагрева.

Устройства для создания пылевоздушной смеси и направленного движения пылевоздушного потока состоит из дозатора пыли, которые включает каркас 17, к которому прикреплена ёмкость для пыли 18, выполненная в виде цилиндра, скребок 19 с приводом от электродвигателя 20, держатель ёмкости для пыли 21, трубка 16 для направления дозированной пыли к двухплечевому конфузorno-диффузornoму распылителю 26, одно плечо которого связано с источником сжатого воздуха от ресивера 28, имевшего контрольный манометр 27, а другое плечо распылителя соединено с термокамерой через направляющий патрубок 14, и осевой вентилятор 30 с регулируемой частотой вращения позволяющий варьировать, т.е. изменять скорость движения воздушного потока от электродвигателя 29.

Ёмкость для пыли связана с наклонной рейкой 22, которая нижним концом связана с гайкой 23, причём последняя имеет возможность перемещения по ходовому винту 15, который через редуктор 24 связан с электродвигателем 25.

Работа станда производится следующим образом. Топливный бак 4 заполняется дизельным топливом соответствующей марки с последующей прокачкой (удалением) воздуха из топливной системы. При этом топливо через кран К₃, фильтр грубой очистки топлива, топливоподкачивающий насос топливного насоса высокого давления 2, посту-

пает к фильтру тонкой очистки топлива 32, далее к бачку для сбора топлива из форсунок 5, трехходовому крану K_1 , т.е. по замкнутому контуру топливной системы дизеля, и в зависимости от назначения исследований к топливному баку 4 или в сливной бак 33.

Далее подключается электронагревательное устройство для подогрева топлива в топливном баке 8 и средство подогрева воздуха 31 в термокамере. Наличие термоконтактных термометров 10 и 11 позволяет проводить испытания в определённо заданном режиме.



Рис.3.5. Общий вид стенда для исследования процессов накопления и очистки от загрязнений топлива в дизельной топливной аппаратуре

По установлению заданных температурных параметров топлива и воздушной смеси в термокамере, заправляется пыледозатор заданной навеской и подключается устройство для создания пылевоздушной смеси и её направленного движения с различной степенью концентрации его составляющих компонентов.

Ходовой винт 15 получает вращение через редуктор 24 от электродвигателя 25, при этом гайка 23 перемещаясь по ходовому винту вместе с наклонной рейкой 22, которая воздействует на ёмкость для пыли 18 и поднимает его вверх, в результате чего скребок 19 осуществляет подачу пыли в трубку 16. Скорость перемещения ёмкости для пыли, а следовательно, изменение количества подаваемой пыли в единицу времени регулируется углом наклона рейки 22.

3.3 Методика моделирования загрязнённости дизельного топлива в топливной системе

Сложность процессов загрязнения, происходящих в топливной системе дизелей, побуждает к изысканию методов, облегчающих их исследования. Одним из таких методов является экспериментальное моделирование процессов и условий работы агрегатов топливной системы дизеля на специализированном стенде (рис.3.2, 3.5), которая имеет ряд преимуществ перед лабораторно - полевыми испытаниям. На стенде обеспечивается моделирование ряда эксплуатационных факторов, определяющих загрязнённость топлива в любое время, независимо от времени года, лучшая воспроизводимость, максимальная возможность сравнения полученных результатов, проведения испытаний имитирующих работу топливной системы в различных почвенно-климатических зонах, что сокращает затраты на проведение длительных и дорогостоящих экспериментов.

Необходимо отметить, что большая работа в разработка климатических камер тропического и арктического исполнения, предназначенных для испытания надёжности тракторов и другой сельскохозяйственной техники, проведена в КУБНИИТИМ /107/.

В подмосковном филиале НПО НАТИ также начато строительство климатических камер.

При изучении процесса загрязнения топлива в топливной системе дизелей желательно, чтобы исследование процесса базировалась на методе обработки экспериментальных данных, позволяющих обобщать возможно большее количество переменных параметров в виде функциональных зависимостей (2.5, 2.6, 2.7). Таким инструментом является теория подобия и моделирование. Теория подобия позволяет обобщить результаты частных исследований, обоснованно модулировать процессы загрязнения, а также разработать методы представления результатов исследования в виде расчётных зависимостей.

Факторы, определяющие загрязнение дизельного топлива при работе тракторов в хлопководстве, представлены в таблице 2.4. Отыскание зависимости чистоты топлива от каждого из этих факторов представляет довольно сложную задачу. Поэтому моделирование загрязнённости топлива проводили с учетом функциональных зависимостей (2.5, 2.6, 2,7). Стенд предоставляет возможность моделировать совокупность следующих факторов, оказывающих преобладающее влияние на

чистоту дизельного топлива: X_1 -объем прокачиваемого топлива (часовой расход топлива); X_2 –температура топлива; X_3 -Запылённость окружающей среды; X_4 -температура окружающей среды.

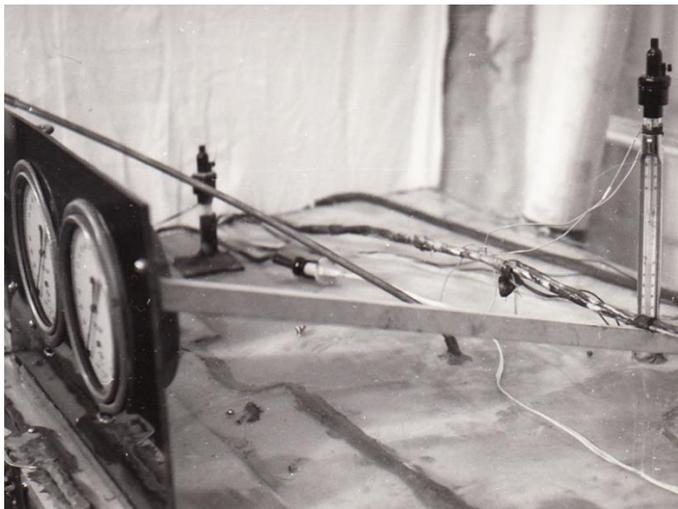


Рис. 3.6. Общий вид стенда с установленными приборами для поддержания заданного температурного режима (вид сверху)

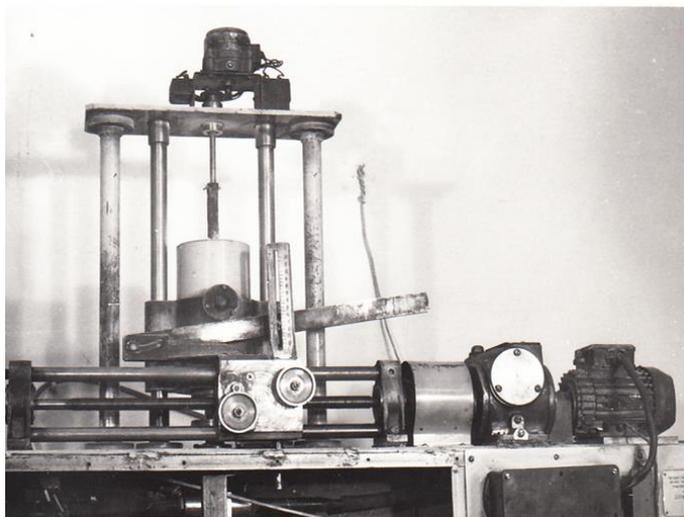


Рис.3.7. Общий вид пыледозатора НАТИ-ДПМ

При моделировании вышеуказанных факторов на специализированном стенде температура топлива в топливном баке и воздуха в термокамере стенда поддерживалась в заданных температурных режимах с применением бытовых электронагревательных приборов. При помощи стеклянного ртутного электроконтактного термометра типа ТПК (рис.3.6.) (с ценой деления 1°C , допускаемой погрешностью $\pm 1^{\circ}\text{C}$, и терморегулятора типа РПК (с усилительным устройством УКТ-4У2) поддерживалась необходимая мощность нагревательных приборов.

Часовой расход топлива изменяли бесступенчатым регулированием частоты вращения кулачкового вала ТНВД с помощью электропривода ЗПЕ2.

Запылённость воздушной среды в гермокамера осуществляли при помощи дозатора пыли НАТИ-ДИМ и компрессорной установки (рис. 3,7 3,8).

В качестве искусственного загрязнителя использовали кварцевую пыль удельной поверхностью $5600 \text{ см}^2/\text{г}$. В результате проведения серии экспериментов по поддержанию заданной концентрации пыли в термокамере получен тарировочный график для установления заданной концентрации пыли в термокамере в зависимости от положения угла наклона рейки пыледозатора (рис. 3.9). Запылённость в термокамере измеряли на установке для создания запылённости воздуха типа ОТ-1 (рис.3.10), а определение концентрации запылённости определяли массовым способом по методика п.2.1.1.

Исследование загрязнённости дизельного топлива в топливной системе дизеля на стенде путём моделирования эксплуатационных режимов и условий работы топливной системы и загрязнения топлива проводили с целью выявления причин выхода из строя фильтрующего элемента фильтра тонкой очистки топлива тракторов, эксплуатируемых в условиях жаркого климата и высокой концентрации пыли в воздухе, а также для изучения процесса накопления загрязнения в топливных баках тракторов.

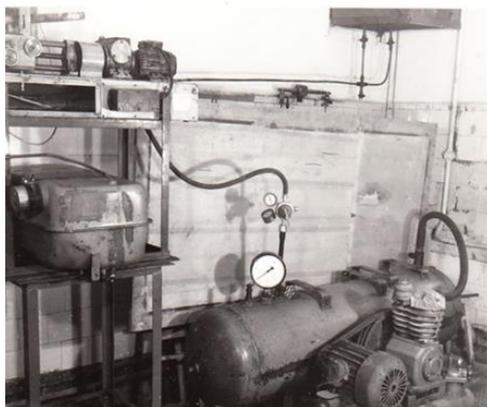


Рис.3.8. Общий вид компрессорной установки и пыледозатора



Рис.3.9. Тарировочный график для определения концентрации пыли в термокамере



Рис.3.10 Прибор для определения концентрации пыли в термокамере

Исследования предоставляют возможность определения оптимальных сроков проведения технического обслуживания, замены фильтроэлемента тонкой очистки топлива.

Объектом испытания являлось дизельное топливо по ГОСТ 305-82 марки Л-0,2-40, используемое в топливной системе дизеля Д-240 трактора МТЗ-80Х, помещённого в термокамеру стенда. Каждую партию топлива, предназначенную для испытания, подвергали анализу с целью определения соответствия параметров требованиям ГОСТ 305-82. Определяли следующие параметры:

- кинематическую вязкость при 20⁰с, мм²/с, по ГОСТ 33-82;
- плотность при 20⁰с, кг/м³, по ГОСТ 3900-47;
- содержание механических примесей, % масс., по ГОСТ 10577-

78;

- содержание воды % масс., по ГОСТ 2477-65. в случае несоответствия этих параметров требованиям ГОСТ 305-82 исследования не проводились.

Процесс исследования загрязнённости дизельного топлива на стенде осуществляли в следующем порядке:

I) адавали режимы и эксплуатационные параметры, необходимые для проведения испытаний;

II) по установлению на стенде заданных режимов и эксплуатационных параметров проводили испытания.

В процессе испытаний определяли: массовое содержание механической примесей (по ГОСТ 10577-78, п.2.1.3.2) в топливном баке, до

и после фильтра тонкой очистки топлива; дисперсный состав загрязнённый по методике п.2.1.3.3.

Снятие ресурсной характеристики фильтроэлементов производили фиксацией перепада давления ΔP , ΔP_0 с учётом объема прокаченного топлива. Перепад давления на фильтроэлементе контролировали образцовыми манометрами (ГОСТ 24053-72) с ценой деления 0,5 кПа. Расход топлива контролировался измерением количества пропущенного топлива контролировался измерением количества пропущенного через фильтры в единицу времени с помощью мерных сосудов.

Для оценки адекватности моделирования эксплуатационных факторов, определяющих процесс загрязнёния и чистоту дизельного топлива, проводились поисковые опыты, в результате которых определялся характер общих закономерностей и их соответствие теоретическим предпосылкам.

Согласно рассмотренным теоретическим предпосылкам параметр $K_{в3}$ и $K_{вл}$ (формулы 3.8, 3.9) служат критериями проверки адекватности моделирования эксплуатационных испытаний одного и того же двигателя выполняется условие (формула 3.10.), то условие наибольшей имитации эксплуатационных факторов в лабораторных условиях будет соблюдено, когда имеет место соотношение (3.11).

На рис. 3.11 а, показана статистическая характеристика накопления загрязнений в топливных баках тракторов МТЗ-80X эксплуатируемых при выполнении технологических операций производства хлопка-сырца. Характеристика представляет собой зависимость массового содержания загрязнений в баках от времени их эксплуатации. Точками показаны статистически осреднённые значения загрязнённости топлива, при обработке проб отобранных за одинаковые периоды эксплуатации разных тракторов. Средняя начальная загрязнённость топлива C^6_0 была примерно одинакова и составила 0,0015% масс. Для каждой точки на рис.3.11а по формуле (3.8) определены значения коэффициентов условий кратности воздухообмена при следующих значениях параметров: $V_{63}=130 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$; $G_3=17 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{час}$; $Z_3=49,67 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$; $\rho_{т3}=850 \text{ кг/м}^3$. При расчёте параметра v_ϕ принято $i=3$, $\eta_t=0,2$, $\eta_r=0,98$. При этом значение $v_\phi=2,95$.

Для каждой точки кривой на рис.3.11а получены следующие значения K_b : $K_{b1}=6,74$, $K_{b2}=4,88$, $K_{b3}=4,70$, $K_{b4}=4,54$. Таким образом, среднее значение $K_{в3}$ составит 5.21.

На рис.3.11б показана характеристика накопления загрязнений в топливном баке при испытании топливной системы двигателя Д-240 трактора МТЗ-80X на стенде. Характеристика снята при испытаниях по

методике, изложенной выше. При этом параметры и факторы имели следующие значения $C_o^6 = 0,008\% \text{ масс.}$ $G_n = 17 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{час};$ $Z_n = 500 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3;$ $\rho_{\text{гп}} = 850 \text{ кг/м}^3.$ При расчете параметра $v_{\text{фл}}$ принято $i=1,$ $\eta_r=0,2,$ $\eta_T=0,98.$ При этом получено $v_{\text{фл}}=0,984.$

Для каждой точки характеристики на рис. 3.11б по формуле (3.9.) определены следующие значения $K_{\text{вл}}:$ $K_{\text{вл1}}=4,76,$ $K_{\text{вл2}}=2,38,$ $K_{\text{вл3}}=2,38,$ $K_{\text{вл4}}=1,98,$ $K_{\text{вл5}}=1,93,$ $K_{\text{вл6}}=1,90.$ Таким образом, средние значения $K_{\text{вл}}$ составляют 2,55.

Прямые линии на рис. 3.11а и б соответствуют теоретической линейной зависимости (3.7.), построенной при $K_{\text{вз}}=5,21.$

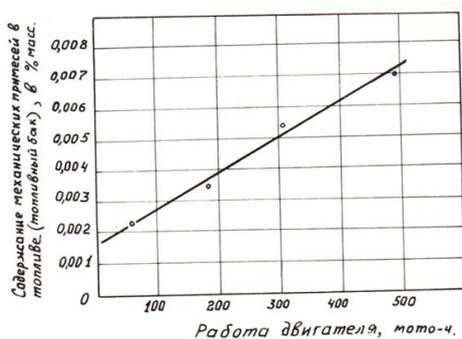


Рис.3.11а. Статическая характеристика накопления загрязнений в топливных баках тракторов МТЗ-80Х

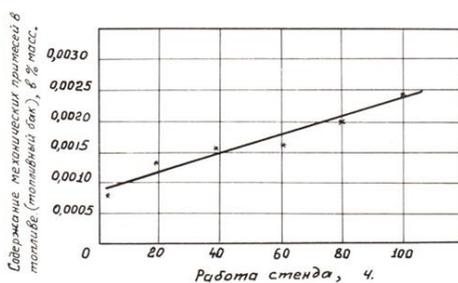


Рис.3.11б. Статистическая характеристика накопления загрязнений в топливном баке при испытаниях на стенде

Работа стенда, час.
 $Y=0,000385+2,1 \cdot 10^{-5} X.$

и $K_{вл}=2,55$. Хорошее соответствие расчётных данных и экспериментальных характеристик свидетельствуют о правильности математической модели загрязнений в баках, определяемые формулой (3.7). Соотношение параметров K_e при эксплуатации и лабораторных условий составляет:

$$\frac{K_{eэ}}{K_{eл}} = 2,043$$

Таким образом, условная кратность воздухообмена в стендовых условиях примерно в 2 раза ниже, чем эксплуатации. Поэтому более полная имитация процессов загрязнения топлива в лабораторных условиях может быть обеспечена корректированием искусственной запылённости воздуха по формуле (3.12.)

Проверка правильности моделирования работы фильтров тонкой очистки топлива в эксплуатационных и стендовых условиях производилась путем сравнения коэффициентов K_{ϕ} , определяемых по формулам (3.16) и (3.17) на основании данных, полученных при испытаниях фильтров тонкой очистки в эксплуатационных и стендовых условиях. Испытанию подвергались стандартные фильтрующие элементы ЭТФ из бумаги БФДТ со следующими характеристиками: $\Psi=0,43$; $\delta=0,33 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. В эксплуатации испытывались фильтроэлемента, имеющие поверхность фильтрации $S=0,5^2$. Для ускорения испытаний в стендовых условиях поверхность уменьшалась и составила $S=0,05 \text{ м}^2$. Поэтому параметр, входящий в формулы (3.16) и (3.17), составил

$$B_{э} = \frac{\Psi \cdot S \cdot \delta}{(1 - \eta_e) \cdot \eta_m} = \frac{0,43 \cdot 0,5 \cdot 0,33 \cdot 10^{-3}}{(1 - 0,2) \cdot 0,98} = 90 \cdot 10^{-6}, \text{ м}^3$$

испытаний $B_{л}=9,0 \cdot 10^{-6}, \text{ м}^3$. Расчет коэффициентов K_{ϕ} дает:

$$K_{\phiэ} = \frac{B \cdot \rho_{3э}}{Q_э \cdot C_{бэ} \cdot \rho_{мэ}} \ln \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_o} \right) = \frac{90 \cdot 10^{-6} \cdot 1900}{4,59 \cdot 46 \cdot 10^{-6} \cdot 850} \cdot \ln \left(\frac{0,58}{0,14} \right) = 1,35;$$

$$K_{\phiл} = \frac{B \cdot \rho_{3э}}{Q_{л} \cdot C_{бл} \cdot \rho_{эмл}} \ln \left(\frac{\Delta P}{\Delta P_o} \right) = \frac{9 \cdot 10^{-6} \cdot 2300}{9,93 \cdot 23 \cdot 10^{-6} \cdot 850} \cdot \ln \left(\frac{0,40}{0,14} \right) = 1,19;$$

Видно, что коэффициент K_{ϕ} , определяющие физико-химические факторы работы фильтров в эксплуатационных и стендовых условиях близки по своим значениям, поэтому разработанная методика моделирования работы фильтров для оценки их работоспособности с помощью менее трудоемких стендовых испытаний.

При проведении стендовых, а также эксплуатационных испытаний определение погрешностей экспериментальных данных производилось по методикам, предложенным в работах [108,109]. Среднее арифметическое значение измерений определяли по формуле.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (3.25)$$

Где X_i – значение измеряемой величины;

n – число измерений.

Погрешность отдельных опытов рассчитывали по формуле

$$\Delta X_i = \bar{X}_i - X_i \quad (3.26)$$

Среднее квадратическое отклонение определяли по формуле

$$\sigma_{xi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)^2}{n-1}} \quad (3.27)$$

Задавали значение надёжности α (для наших исследований принимали $\alpha=0,95$), границы доверительного интервала

$$\Delta = tn\alpha \frac{\sigma_{xi}}{n}, \quad (3.28)$$

где $tn\alpha$ – коэффициент Стьюдента – изменяется в зависимости от вероятности α и величины $k=n-1$, где n – число измерений.

Относительная погрешность оценивается по формуле

$$\gamma = \frac{\Delta}{x} \cdot 100 \quad (3.29).$$

При аппроксимации экспериментальных данных и построении графиков, качественный вид которых в большинстве случаев определялся на основе теоретических представлений, использовали метод выравнивания с помощью ЭВМ.

3.4. Выводы

3.4.1. Процессы загрязнения и очистки дизельного топлива тракторов, работающих в различных эксплуатационных условиях, и особенно в хлопководстве, являются достаточно сложными и интенсивными. Поэтому их исследование целесообразно проводить путём моделирования в лабораторных условиях.

3.4.2. На основе общего анализа процесса накопления механических примесей в топливных баках выявлены условия правильности

моделирования процессов накопления загрязнений в баке при стендовых испытаниях топливных систем дизельного двигателя. Степень соответствия предложено оценивать соотношением коэффициентом условной кратности воздухообмена в баке K_v при эксплуатационных и лабораторных испытаниях.

3.4.3. В предложении промежуточного закона фильтрации выявлено условие соответствия моделирования работы фильтров тонкой очистки топлива. При этом степень соответствия предложено оценивать коэффициентом K_ϕ , учитывающим влияние физико - химических факторов на ресурс топливных фильтров.

3.4.4. Предложена и разработана конструкция стенда, моделирующего эксплуатационные режимы работы топливной системы дизеля и загрязнения топлива в баках, защищённая авторским свидетельством на изобретение по заявке № 1343090 от 27 февраля 1986 года.

3.4.5. Разработана методика стендовых испытаний топливных систем двигателей, обеспечивающая моделирование основных эксплуатационных факторов, определяющих процесс загрязнения и очистки топлива при различных режимах работы трактора.

3.4.6. Установлено, что при искусственной запылённости воздуха, соответствующей статистическим данным эксплуатации тракторов в хлопководстве, условная кратность воздухообмена в топливных баках при стендовых испытаниях примерно в 2 раза ниже, чем при эксплуатации. Поэтому, загрязнённость топлива в баках при стендовых испытаниях, соответствующая эксплуатационным, может быть обеспечена кратным увеличением искусственной запылённости воздуха, т.е. между Запылённостью воздуха и загрязнённостью топлива при моделировании существует прямая зависимость.

3.4.7. Установлено, что при искусственном загрязнении топлива в баках, коэффициент физико-химических свойств загрязнений и пористой перегородки фильтра по абсолютным значениям соответствует аналогичному коэффициенту, рассчитанному по данным эксплуатационных испытаний. Это означает, что при испытаниях тракторных фильтров тонкой очистки топлива по разработанной методике на стенде могут быть получены реальные характеристики ресурса фильтров.

3.4.8. Разработанный стенд и методика испытаний топливных систем дизелей применимы для широких испытаний, позволяющих оценивать влияние конструкции топливных баков, фильтров и других элементов топливной системы на процессе загрязнения и очистки дизельного топлива тракторов в различных эксплуатационных условиях сельскохозяйственного производства.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА СТЕНДЕ

4.1. Влияние основных факторов на загрязнённость дизельного топлива в баках.

Разработанная в главе 3 общая методика моделирования процессов загрязнения и очистки дизельного топлива в лабораторных условиях может быть применима как для изучения влияния отдельных факторов, так и для решения конкретных задач по повышению чистоты дизельного топлива.

В настоящей работе разработанная методика была использована для исследования отдельных факторов с целью изучения возможных путей повышения чистоты дизельного топлива и корректированию ресурса фильтров тонкой очистки топлива в эксплуатации.

При исследовании влияния основных факторов на загрязнённость топлива в баке были поставлены две задачи. Первая заключалась в экспериментальном подтверждении основных теоретических закономерностей накопления загрязнений топлива в баке. Вторая задача заключалась в многофакторном исследовании загрязнённости топлива методом планирования эксперимента.

Лабораторные исследования процесса накопления загрязнений в баке проводились с использованием серийной топливной системы двигателя Д-240.

Результаты экспериментальных исследований, подвергающих теоретическую закономерность накопления загрязнений в баке, представлены на рис. 11б.

Для изучения динамики накопления загрязнений топлива в топливном баке рассматривали комплексное воздействие факторов на процесс их накопления.

Оценка значимости факторов проводились путём анализа уравнения регрессии, полученного математическим планированием эксперимента методом Бокса – Уилсона /113,114/. Этот метод позволяет получить математическую модель процесса, используя многофакторное планирование и регрессионный анализа.

Ранее установлено, что основными факторами, влияющими на процесс накопления загрязнений в баке являются Запылённость окружающего воздуха X_1 , объём прокачиваемого топлива X_2 , температура топлива X_3 . Связь между ними выражается функцией

$$\bar{Y} = f(X_1, X_2, X_3) \quad (4.1)$$

Для установления явного вида этой функции был реализован полннфакторный эксперимент 2³.

Таблица 4.1

Интервалы и уровни варьирования факторов

№	Наименование факторов	обозначение	Единица измерения	Интервал варьирования	Уровни факторов		
					нижний	основной	верхний
1.	Запылённость окружающего воздуха	X ₁	10 ⁻³ кг/м ³	0,1	0,4	0,5	0,6
2.	Объём прокачиваемого топлива	X ₂	М ³	0,1	0,5	0,6	0,7
3.	Температура топлива	X ₃	°С	10	20	30	40

В качестве анализируемого параметра (У%) принимали содержание механических примесей топлива в баке. Величина (У%) определялась по методике, предложенной в п.2.1,2.2.

Для удобства последующих исследования натуральные значения экспериментальных данных переводили в кодированные по формуле

$$X = \frac{X_i - \bar{X}_{io}}{J_i} \quad (4.2)$$

Где:

X_j - кодированные значения j - того фактора;

X_i - натуральные значения i - того фактора;

X_{jo} - натуральное значение основного уровня;

J_i - интервал варьирования.

Каждый опыт проводился с трёхкратной повторностью, а порядок проведения опытов принимал из таблицы случайных чисел /113/.

Расчёт и анализ данных производили на ЭВМ СМ-4 по программному компоненту СХГЕ-2, который позволяет анализировать результаты полного двухуровневого полно факторного эксперимента ПФЭ 2³ /112/, который допускает анализ полных опытов с числом факторов до 8.

Вид эксперимента, количество факторов и повторность опытов задаются в диалоге с дисплеем. Программа даёт возможность проверить правильность вывода исходных данных на экране дисплея.

В результате работы СХГЕ-2 на печать выводится уравнение регрессии представленными с достоверными коэффициентами, нормированными по наименьшему модулю, таблица основных статистических характеристик: среднеарифметических значений по каждому

опыту, дисперсий коэффициентов регрессии и их значимость, обозначение условий смешивания эффектов и доверительные интервалы для каждого фактора или эффектов взаимодействий. Значимость коэффициентов регрессии проверяется с помощью критерия Стьюдента на уровне значимости 0,05 с помощью неравенства

$$v_i \geq t_{0,05}(f) \sqrt{S^2\{e_i\}},$$

Где:

v_i - значимые коэффициенты;

$S^2_{\{v_i\}}$ - дисперсия коэффициента регрессии.

Далее для наглядности полученных результатов на ЭВМ СМ-4 результатов опытов были определены дисперсия адекватности модели по формуле

$$S_{ag}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (\bar{y} - \hat{y})^2}{f}; \quad (4.3)$$

где \bar{y}, \hat{y} - соответственно среднее и рассчитанное по уравнению регрессии значение анализируемого параметра;

f - число степеней свободы матрицы

$f = N - (k + 1)$;

где:

N - количество опытов;

k - количество факторов.

$f = 8 - (3 + 1) = 4$.

Проверку гипотезы адекватности производили по критерию Фишера

$$F = \frac{S_{ag}^2}{S_{\bar{y}}^2} \quad (4.4)$$

Полученные значения критерия сравнивала с табличным для числа степеней свободы числителя $f = N - (K + 1)$ и знаменателя $N(n - 1)$.

План и результаты экспериментов представлены в таблице 4.2.

Результаты расчётов на ЭВМ СМ-4 по стандартной программе СХФЕ-2 приведены в приложении 10

По результатам расчетов на ЭВМ СМ -4 уравнение регрессии представлено с достоверными коэффициентами, нормированными по наименьшему модулю. Для удобства дальнейших расчетов напомним

План ПФЭ 2³ и его результаты

Таблица 4.2.

Но- мер опы та	Уровень факторов			Значение параметров оптимизации, %			Среднее значе- ние, x10 ⁻² % масс	Дис- пер- сия сред- него значе- ния	Расчет- ное зна- чение, % масс. x10 ⁻² % масс
	X 1	X 2	X 3	x10 ⁻² %мас с.	X10 ⁻² %мас с	X10 ⁻² % масс			
1	+	-	-	0,24	0,21	0,27	0,24	0,0009	0,28
2	-	+	-	0,17	0,19	0,21	0,19	0,0004	0,27
3	-	-	+	0,18	0,16	0,20	0,18	0,0004	0,25
4	+	+	+	0,34	0,32	0,33	0,33	0,0001	0,34
5	-	-	-	0,16	0,16	0,16	0,16	0,0000	0,13
6	+	+	-	0,33	0,31	0,29	0,31	0,0004	0,22
7	+	-	+	0,29	0,26	0,32	0,29	0,0009	0,20
8	-	+	+	0,26	0,24	0,25	0,25	0,0001	0,19

$$\sum_{i=1}^N S_Y^2 = 0,0032$$

уравнение регрессии с истинными коэффициентами в следующем виде

$$y = 0,0024 + 0,00026 X_1 + 0,00019 X_2 + 0,00009 X_3 - 0,0049 X_{123} \quad (4.5)$$

В табличной форме представлены средние значения выходных параметров по каждому дисперсий воспроизводимости по каждому опыту и уравнении регрессии.

Дисперсия адекватности модели

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \left(\begin{matrix} - \\ Y - \hat{Y} \end{matrix} \right)^2}{f} = \frac{0,0324}{4} = 0,0081$$

Критерий Фишера для проверки адекватности модели

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_Y^2} = \frac{0,0081}{0,0032} = 2,53$$

Табличное значение критерия Фишера для числа степеней свободы числителя $f_1=4$ и знаменателя $f_2=16$, расчетное за об адекватности модели принимается.

Из уравнения регрессии 4.5 видно, что наибольшее влияние на процесс накопления загрязнений в баке указывает запылённость воздуха. После запылённости воздуха значительное влияние оказывает объём прокачиваемого топлива, затем температура топлива. Это уравнение можно использовать как интерполяционную формулу для расчёта процесса накопления загрязнения топлива в баке.

4.2. Исследование дополнительных средств повышения чистоты дизельного топлива.

Выше было сказано, что на загрязнённость топлива в баках решающее влияние оказывает запылённость воздуха, которая при отсутствии каких-либо средств очистки воздуха, поступающего в заливную горловину топливного бака в основном определяет концентрацию загрязнений в баке. Текущая и средняя загрязнённость топлива в баке может быть снижена с использованием различных средств повышающих чистоту топлива. Автор работы /115/ приводят схему организационно-технических мероприятий по снижению загрязнения топлива в баках автомобилей, представленную на рис.4.1. Анализ этой схемы показывает, что в условиях высокой запылённости воздуха наиболее эффективная задержка пыли может быть обеспечена с применением дополнительного воздушного фильтра (сапуна), установленного в зоне наименьшей запылённости трактора. Общая схема предлагаемой нами очистки воздуха, поступающего в топливные бак трактора, показана на рис 4.2. Она состоит из воздушного сапуна 3, герметизирующей крышки 6, которые соединены между собой гибкой полихлорвиниловой трубкой (шлангом). Герметизирующее устройства представляет собой закрепленную на заливной горловине топливного бака дополнительную крышку, которая легко открывается и закрывается при заправке бака топливом с помощью гайки и откидного болта.

Работа топливной системы дизеля по предлагаемой схеме очистки воздуха заключается в том, что топливный бак поступает очищенный от пыли воздух от сапуна через гибкий шланг и герметизирующее устройство.

С целью проверки эффективности предлагаемого устройства проводились специальные исследования на стенде. В качестве оценочного показателя эффективности рассматриваемого устройства используется коэффициент эффективности

$$\eta_{э.в.} = \left(\frac{X_{з.к.} - X_y^1}{X_{з.к.}} \right) \cdot 100\% \quad (4.11)$$

Где:

$X_{з.к.}$ - Запылённость воздуха в камере;

X_y^1 - Запылённость воздуха на выходе из устройства.

Применение указанного устройстве позволяет снизить исходную Запылённость в горловине топливного бака. Поэтому это при ведет к снижению загрязнённости топлива в баке.

Рис.4.1. Схема организационно-технических мероприятий по снижению загрязнения топлива в баках автомобилей



**Результаты испытаний устройства, снижающего, снижающего по-
ступление пыли в топливный бак трактора**

Таблица 4.3.

Номер опыта	Запылённость воздуха в камере стенда $Z_{з.к.}$, мг/м ³	Запылённость воздуха на выходе из устройства X_y , мг/м ³	Эффективность устройства $\eta_{э.в.}$, %
1.	100	30	70
2.	300	92	69,3
3.	500	141	72,0
4.	700	184	73,7
5.	900	210	76,6
6.	1100	278	74,7
7.	1300	297	77,1
8.	1500	305	79,7
9.	1700	312	81,6
10	2000	329	83,5

Эффективность устройства (рис.4.2.), оценивалась экспериментально, путём лабораторных испытаний, прокачиванием через него воздуха, запылённого в пылевой камере стенда при помощи аспиратора (рис.3.10). Определение концентрации пыли в воздухе до и после фильтрующего элемента был применён метод определения массовой концентрации аэрозоля, основанного на отборе из проб воздуха аэродисперсных примесей на абсолютный фильтр из определенного объема воздуха рассмотренной ранее (п.2.1.1. и 3.3.).

Покачивание запылённого воздуха через устройство осуществлялось с минимально возможной в эксперименте скоростью, составляющего ≈ 1 литр/мин, которая приближается к средней скорости малых и больших «дыханий» бака трактора в эксплуатации.

Результаты опытов, представленные в таблице 4.3, свидетельствуют о том, что в широком диапазоне запылённости воздуха эффективность устройства предотвращающего попадание пыли в бак трактора составляет 70-83,5%. Это снижение количества пыли попадающего в бак трактора обеспечивает пропорциональное снижение интенсивности накопления загрязнений в баках тракторов оборудованных предлагаемым устройством.

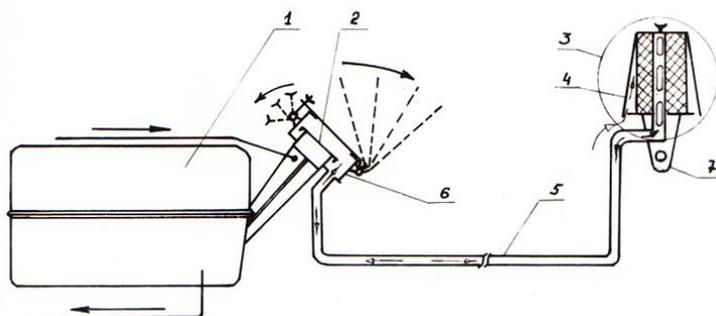


Рис.4.2. Предлагаемая схема очистки воздуха, поступающего в топливный бак трактора МТЗ-80Х

1-топливный бак; 2-пробка топливного бака; 3-воздушный сапун;
4- фильтрующий элемент; 5-полихлорвиниловая трубка; 6- герметизирующее устройство; 7-крепежная планка сапуна.

4.3. Влияние основных факторов на ресурс фильтров тонкой очистки топлива.

Эксплуатационный ресурс фильтра тонкой очистки топлива зависит от многих факторов, определяемых общей функциональной связью (2.7.). Для стандартных фильтров тракторных дизелей, выполненных из фильтровальной бумаги БФДТ, решающее влияние на ресурс оказывает поверхность фильтрации, загрязнённость топлива в баке и другие эксплуатационные факторы. С целью изучения влияния указанных факторов проводилось соответствующие ресурсные испытания фильтров на моделирующем стенде.

1. При проведении ресурсных испытаний фильтра тонкой очистки топлива, топливо прокачивалось через топливную систему двигателя Д-240, установленного на моделирующем стенде (рис.3.2.). В начале испытаний, а также в процессе испытаний при каждом увеличении перепада давления на 10 кПа отбиралась пробы топлива до и после фильтра тонкой очистки топлива при помощи специально установленных пробоотборных кранов. В момент проб топлива фиксировался перепад давления.

Содержание механических примесей в топливе определялись по методике, изложенной в п.2.1.2.2.

В целях сокращения времени проведения опытов исследования проводились на модельных фильтроэлементах с 10-кратным уменьшением поверхности фильтрации.

В таблице 4.5. приведены результаты испытания четырёх фильтроэлементов с уменьшенной по сравнению со стандартными поверхностью фильтрации. Поверхность фильтрации уменьшилась в 10 раз в сравнении с поверхностью стандартного фильтроэлемента путём уменьшения длины спирально-складчатой шторы. Испытания проводились на стенде при искусственной запылённости воздуха и других параметрах, приведенных в этой таблице. Испытания проводились до относительного перепада давления ($\Delta P/\Delta P_0$), соответствующего по порядку величины эксплуатационному.

Из таблицы 4.5. следует, что при одинаковой (примерно) загрязнённости топлива в баках при стендовых и эксплуатационных испытаниях ресурса, которая описывается формулой (3.13).

Таким образом, ресурсные испытания фильтров тонкой очистки на стенде при меньшей трудоёмкости позволяют давать экспериментальную оценку реального ресурса сменных фильтроэлементов в эксплуатации.

Для оценки значимости факторов, определяющих ресурс фильтров, был реализован полнофакторный эксперимент ПЭФ 2³. Интервалы и уровни варьирования факторов приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4.

№	Наименование факторов	Обозначение факторов	Единица измерения	Интервал варьирования	Уровни факторов		
					нижний	основной	верхний
1.	Часовой расход топлива	X_1	м ³ /ч	0,003	0,011	0,014	0,017
2.	Температура топлива	X_2	°С	10	20	30	40
3.	Запылённость воздуха	X_3	10 ⁻³ кг/м ³	0,1	0,4	0,5	0,6

Результаты стендовых и эксплуатационных испытаний фильтров тонкой очистки топлива на ресурс.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАКТОРА
МТЗ-80Х В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНА

Таблица 4.5.

Фильтроэлемент	Поверхность фильтрации,	Ресурс, ч	Условия испытаний
Стендовые испытания			
ЭТФ № 1	0,05	31	$\Delta P=46$ кПа
ЭТФ № 2	0,05	36	$\Delta P_0=12$ кПа
ЭТФ № 3	0,05	33	$Z_{вл}=500 \cdot 10^{-6}$ кг/м ³
ЭТФ № 4	0,05	34	$\Delta P / \Delta P_0 = 3,8$
Эксплуатационные испытания			
ЭТФ № 5	0,5	271	$\Delta P=53$ кПа
			$\Delta P=11$ кПа
			$\Delta P / \Delta P_0 = 4,8$
			$C_{6,ср}=0,0048$ % масс
			$Z_{вл}=493,6 \cdot 10^{-6}$ кг/м

План полнофакторного эксперимента ПФЭ 23 и его результаты

Таблица 4.5.

Номер опыта	Уровень фактора			Значение параметра оптимизации			Среднее значение	Дисперсия среднего значения	Расчетное значение,
	x ₁	x ₂	x ₃	У ₁ м ³	У ₂ м ³	У ₃ м ³			
1	-	-	+	0,80	0,71	0,77	0,77	0,0009	0,87
2	+	-	-	0,83	0,85	0,81	0,83	0,0004	0,82
3	-	+	-	0,88	0,85	0,82	0,85	0,0009	0,86
4	+	+	+	0,48	0,51	0,54	0,51	0,0009	0,62
5	-	-	-	0,89	0,87	0,88	0,88	0,0001	0,76
6	+	-	-	0,52	0,53	0,49	0,51	0,0004	0,618
7	-	+	+	0,54	0,58	0,56	0,56	0,0004	0,56
8	+	+	-	0,59	0,63	0,67	0,63	0,0016	0,51

$$\sum_{i=1}^n S_y^2 = 0.0056$$

Результаты расчетов на ЭВМ СМ-4 по стандартной программе СХГЭ -2 приведенны в приложении 11.

По результатам расчетов на ЭВМ СМ-4 уравнение регрессии представлено с достоверными коэффициентами. Нормированными по наименьшему модулю. Для удобства дальнейших расчетов напишем уравнение регрессии с истинными коэффициентами в следующем виде

$$y=0,693-0,072x_1-0,055x_2-0,047x_3+0,105x_{123} \quad (4.7)$$

В табличной форме представлены средние значения параметров по каждому опыту, коэффициенты уравнения регрессии, корни квадратные дисперсий воспроизводимости по каждому опыту и уравнения регрессии.

Дисперсия адекватности модели

$$S_{aq}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y - \hat{y})^2}{f} = \frac{0.0511}{4} = 0.0127$$

Критерий Фишера для проверки адекватности модели

$$F = \frac{S_{aq}^2}{S_y^2} = \frac{0.0127}{0.0056} = 2.28$$

Табличные значения критерия Фишера для числа степеней свободы числителя $f_1=4$ и знаменателя $f_2=16$, расчетное F-критерия меньше табличного $=3,0$, поэтому гипотеза об адекватности модели принимается.

Полученное уравнение регрессии показывает, что на ресурс фильтрующих элементов тонкой очистки топлива оказывает наибольшее влияние Запылённость окружающего воздуха, затем температура и часовой расход топлива. Это уравнение можно использовать как интерполяционную формулу для расчета ресурса фильтрующих элементов тонкой очистки топлива в объемах профильтрованного топлива.

4.4 Выводы

4.4.1. Применение методики моделирования основных эксплуатационных факторов, определяющих процессы загрязнения дизельного топлива в топливной системе дизеля позволяют получать экспериментальные закономерности накопления загрязнения и давать оценку значимости отдельных факторов.

4.4.2. Стендовыми испытаниями установлена линейная зависимость накопления загрязнений в топливном баке трактора. При этом подтвержден линейный характер теоретической зависимости.

4.4.3. методами регрессионного анализа и планирования эксперимента обоснована трехфакторная математическая модель и получено уравнение регрессии для определения концентрации загрязнений в топливном баке в зависимости от объема прокачиваемого топлива, температуры топлива и запылённости воздуха для стандартной топливной системы двигателя Д-240 трактора МТЗ-80X. Установлено преобладающее влияние запылённости воздуха, поступающего в топливный бак через заливную горловину.

4.4.1.4. Загрязнённость воздуха, поступающего в топливный бак трактора может быть существенно снижена применением дополнительного воздушного фильтра (сапуна), установленного в зоне наименьшей запылённости воздуха, т.е. в верхней части кабины трактора. Испытаниями в стендовых условиях показана высокая эффективность предлагаемого устройства, обеспечивающее снижение загрязнённости топлива.

4.4.1.5. Высокая запылённость воздуха и повышенная загрязнённость топлива в баках машин, работающих в хлопководстве, вызывает снижение ресурса фильтров тонкой очистки топлива при эксплуатации стандартных топливных систем. При этом на основании регрессионного анализа ресурса фильтрующих элементов установлено преобладающее влияние запылённости воздуха.

Применение воздушного фильтра (сапуна) позволяет значительно увеличить ресурс сменных фильроэлементов.

ГЛАВА 5. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПЫЛИ, ПОСТУПАЮЩЕЙ С ВОЗДУХОМ В ТОПЛИВНОЙ БАК ТРАКТОРОВ МТЗ-80Х. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ВНЕДРЕНИЯ.

5.1. Разработка устройства для уменьшения поступления количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора.

Как известно, загрязнёния в топливном баке включают: загрязнения, попадающие в топливный бак с топливом и загрязнения, поступающие в бак с воздухом за счет «дыхания» бака. Исследованиями установлено, что на интенсивность накопления загрязнёния поступающие в бак с атмосферным воздухом. Существующая конструкция топливного бака не позволяет очищать воздух от частиц атмосферной пыли. Нами разработано устройство для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора. Устройство (рис.5.1) содержит устанавливаемый на заливную горловину топливного бака опорный фланец 1, который фиксируется и закрепляется с помощью стяжных болтов 2, между заливной горловиной топливного бака и опросным фланцем устанавливается манжета из маслостойкой резины. В свою очередь на опорном фланце между укрепленной на ней крышкой 3 и опорным фланцем, которая образует внутреннюю полость установлена манжета 4 из маслостойкой резины. Крышка 3 затягиваются к опорному фланцу с помощью откидного болта 5 и гайки (барашка) 6. На опорном фланце предусмотрены два отверстия, в которых установлены штуцеры 7, для соединения с полихлорвиниловыми шлагами. Один шланг присоединен к дополнительному фильтрующему элементу 9, а другой присоединяется ко второму топливному баку. В качестве фильтрующего элемента был использован воздухоочиститель пускового двигателя Д-240Л, который состоит из легкоосъемных фильтроэлементов 10 из пенополиуретана, крышки 11, гайки (барашки) 12, которые при проведении технического обслуживания могут легко сниматься и подвергаться промывке. Работа устройства осуществляется следующим образом.

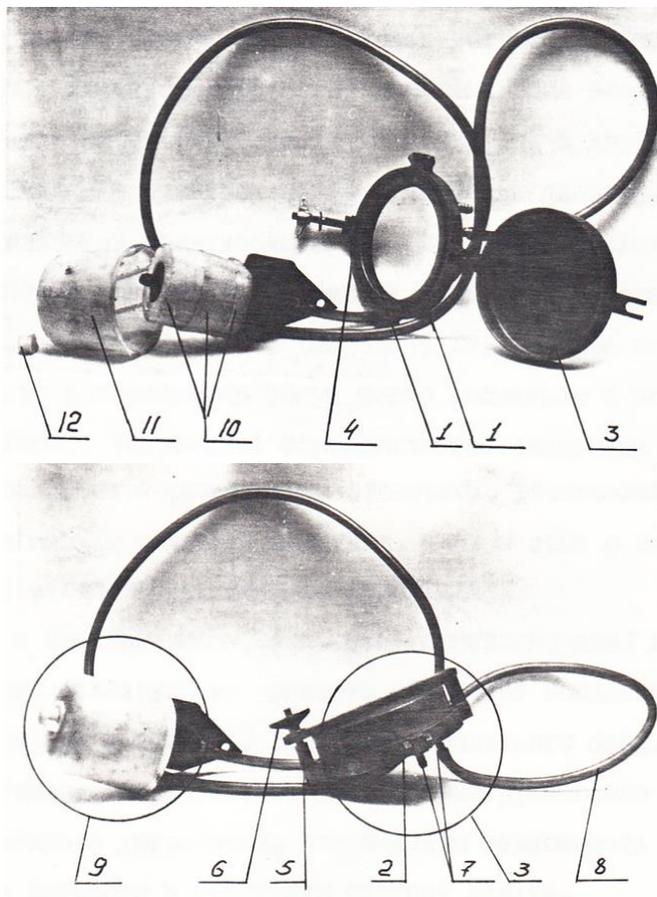


Рис.5.1. Устройство для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора



Рис.5.2. Общий вид устройства для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора, установленного на тракторе МТЗ-80Х

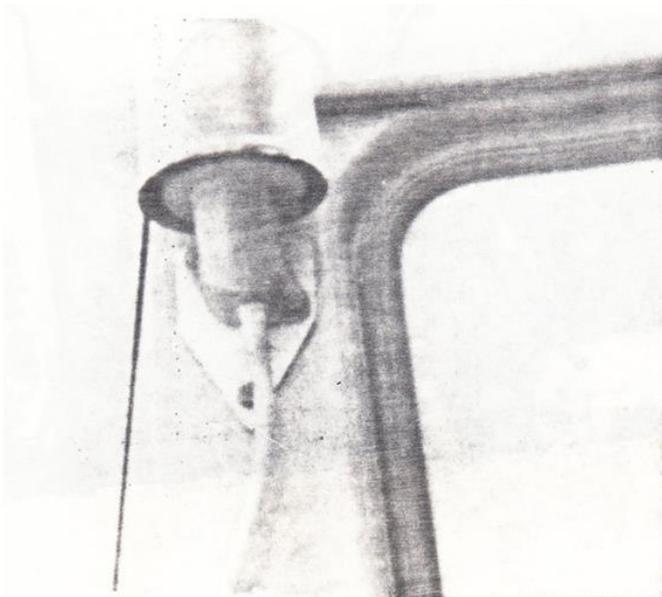


Рис.5.3. Вид дополнительного фильтрующего элемента, установленного в зоне минимальной запыленности воздуха

Наличие в предлагаемом устройстве герметизирующей крышки дополнительного фильтрующего элемента исключает попадание загрязнений из атмосферы в заливную горловину топливного бака.

Таким образом, в результате такого конструктивного исполнения предложенного устройства, исключается возможность попадания различных примесей в топливную систему дизеля.

Следует также отметить, что поверхность дополнительного фильтрующего элемента значительно больше поверхности основного фильтрующего элемента, устанавливаемого в крыше топливного бака трактора.

Общей вид и отдельные узлы устройства для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора, установленного на тракторе МТЗ-80Х, приведены на рис.5.2, 5.3, 5.4, 5.5.

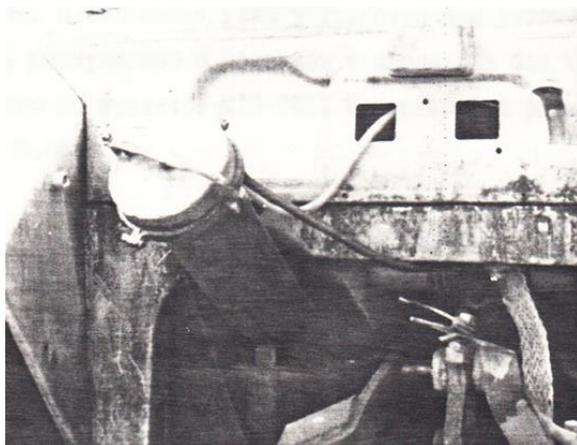


Рис.5.4. Топливный бак с закрытой герметизирующей крышкой

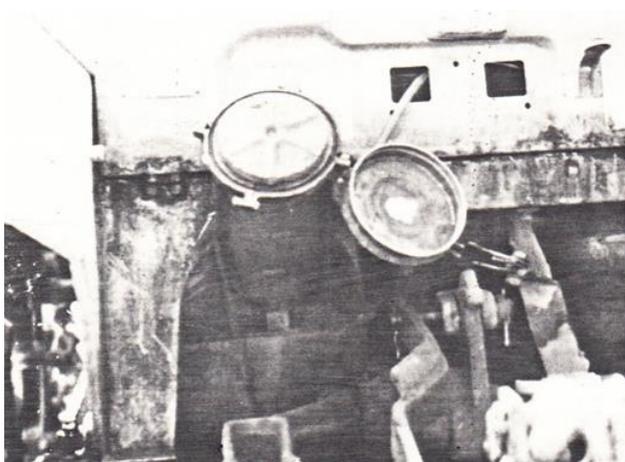


Рис.5.5. Топливный бак с открытой герметизирующей крышкой

5.2. Эксплуатационные испытания устройства для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора

Разработанная конструкция устройства для уменьшения количества пыли, поступающей, с воздухом в топливный бак трактора проверялась в эксплуатации на тракторах МТЗ-80Х в хлопкосеящих хозяйствах Мархаматского района Андижанской области Республики Узбекистан

На рис 5.2, представлен общий вид трактора МТЗ-80Х с установленным на ней устройством для повышения чистоты дизельного топлива.

В задачу эксплуатационных испытаний входило:

- определение изменения содержания механических примесей топлива в топливном баке;
- определение эксплуатационного ресурса фильтроэлемента тонкой очистки топлива.

Эксплуатационные испытания проводились с начала апреля по октябрь.

Определение содержания механических примесей в топливе проводились согласно методике, изложенной в п.2.1.3.

Эксплуатационный ресурс фильтроэлементов тонкой очистки топлива оценивался наработкой двигателя в мото-ч до предельного

критического перепада 45...60 кПа, при котором топливная система теряет работоспособность.

Перепад давления ΔP , ΔP_0 определялся дифманометром.

Результаты эксплуатационных испытаний представлены в таблице 5.1. Сравнительная характеристика изменения содержания механических примесей в топливе топливных баков тракторов МТЗ-80Х эксплуатируемых в хлопководстве, представленная на рис.5.6, показывает, что применение устройства для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора, снижает количество механических примесей в 2,5...3,0 раза.

Значительное снижение концентрации загрязнений топлива в баках способствует продлению срока службы фильтрующего элемента тонкой очистки топлива, с чем свидетельствует сравнительная характеристика изменения содержания механических примесей топлива до и после фильтра тонкой очистки топлива, представленная на рис.5.7. Сравнительная ресурсная характеристика фильтроэлементов тонкой очистки топлива со стандартной топливной системой и с применением устройства для повышения чистоты дизельного топлива, представленная на рис.5.8, показывает, что ресурс фильтроэлементов увеличивается до 800...850 моточасов, а в некоторых случаях достигал 950 и более мото-часов.

Коэффициент предотвращения загрязнённости топлива в баках оценивался по формуле

$$\eta_{э.п.} = 1 - \frac{C_{бп}}{C_{бс}}, \quad (5.1)$$

где $C_{бп}$ – загрязнённость топлива в баке с применением дополнительного устройства для очистки воздуха;

$C_{бс}$ – загрязнённость топлива в баке стандартной топливной системы.

Результаты эксплуатационных испытаний устройства для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора.

Таблица 5.1

№	Наработка мото-ч	Место отбора пробы топлива	Содержание механических примесей топлива, % масс.	Перепад давлений, кПа
1	100	Топливный бак	0,0016	-
	200	//-//-	0,0016	-
	300	//-//-	0,0018	-

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАКТОРА
МТЗ-80X В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНА

	400	-//-//	0,0018	-
	500	-//-//	0,0023	-
2	100	До ФТО	0,0021	
		После ФТО	0,0002	12
	200	До ФТО	0,0021	
		После ФТО	0,0003	16
	300	До ФТО	0,020	
		После ФТО	0,0005	17
	400	До ФТО	0,0023	
		После ФТО	0,0005	18
	500	До ФТО	0,0022	
		После ФТО	0,0005	27
	600	До ФТО	0,0027	
		После ФТО	0,0008	31
	700	До ФТО	0,0029	
		После ФТО	0,0012	37
800	До ФТО	0,0025		
	После ФТО	0,0012	52	
900	До ФТО	0,0028		
	После ФТО	0,0014	-	

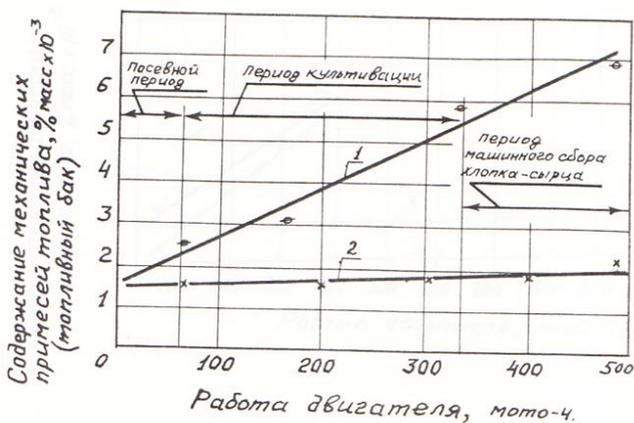


Рис.5.6. Сравнительная характеристика изменения содержания механических примесей в топливе (топливный бак трактора МТЗ-80X)

1-содержания механических примесей топлива в баке стандартной топливной системы

$$y = 0,00182 + 1,072 \cdot 10^{-5} x$$

2- содержания механических примесей топлива в баке с устройством уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора

$$y = 0,0014 + 1,41 \cdot 10^{-6} x$$

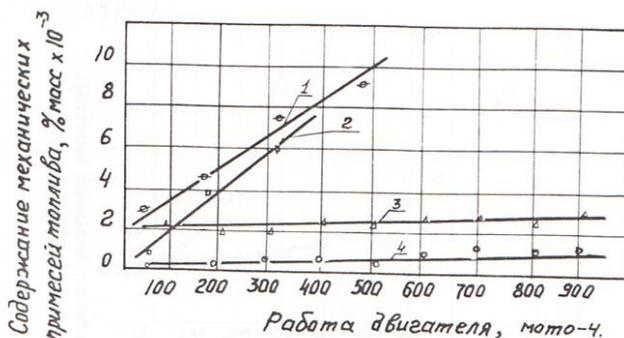


Рис.5.7. Сравнительная характеристика изменения содержания механических примесей в топливе до и после ФТО топлива дизелей Д-240 эксплуатируемых в хлопководстве

1- содержания механических примесей в топливе до ФТО топлива стандартной топливной системы

$$y = 0,00181 + 1,60 \cdot 10^{-5} x$$

2- содержания механических примесей в топливе после ФТО топлива стандартной топливной системы

$$y = 0,00011 + 2,1 \cdot 10^{-5} x$$

3- содержания механических примесей в топливе до ФТО с устройством для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора

$$y = 0,00186 + 1,05 \cdot 10^{-6} x$$

4- содержания механических примесей в топливе после ФТО с устройством для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом

$$y = 0,449 \cdot 10^{-6} + 1,47 \cdot 10^{-6} x$$

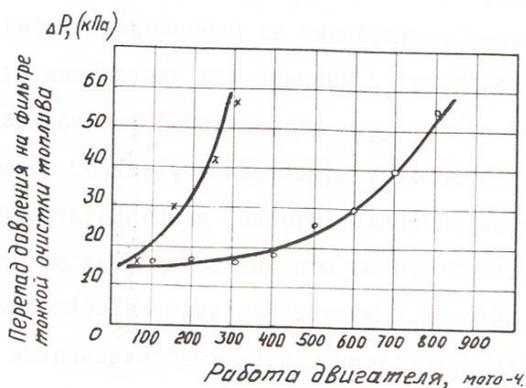


Рис.5.8. Сравнительная ресурсная характеристика фильтро-элементов тонкой очистки топлива дизелей Д-240 эксплуатируемых в хлопководстве

- 1 - стандартной топливной системы двигателей
- 2 - с устройством для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора

5.3. Рекомендация по корректированию нормативов технического обслуживания и срок службы фильтрующих элементов тонкой очистки топлива.

Согласно приведенным исследованиям загрязнённости дизельного топлива, теоретических предпосылок накопления загрязнений в топливном баке, экспериментальных исследованиях процессов накопления загрязнений в зависимости от эксплуатационных факторов установлено, что накопление загрязнений в топливном баке трактора в основном зависит от запылённости окружающего воздуха, объема прокачиваемого топлива, температура топлива в топливном баке в трактора. Эксплуатационные факторы, влияющие на чистоту топлива в топливной системе двигателя при работе трактора в условиях производства хлопка-сырца изменяются в широких пределах.

Однако процесс накопления загрязнений носит относительно равномерный и линейный характер.

Выше было установлено, что эксплуатационные факторы, определяющие чистоту топлива в топливной системе дизеля тракторов, работающих при возделывании хлопка-сырца в районах Республики Узбекистан существенно превосходят подобные факторы, по сравнению с

остальными регионами. Поэтому увеличение концентрации загрязнённых в топливных баках тракторов эксплуатируемых в условиях Республики Узбекистан происходит интенсивнее чем в тракторах того же класса, выполняющих сельскохозяйственные операции в других регионах. В связи с этим, фильтрующие элементы фильтра тонкой очистки топлива топливной системы двигателей из-за повышенной загрязнённости дизельного топлива имеют значительно меньший ресурс в эксплуатации.

Это подтверждается результатами стендовых испытаний фильтров на ресурс (табл.4.5.), а также результатами эксплуатационных испытаний, проведенных на тракторах, работающих в хлопководстве.

В таблице 5.2. приведены результаты эксплуатационных испытаний фильтроэлементов ΔP , работающих в топливных системах тракторов МТЗ-80X. Начальное гидравлическое сопротивление испытуемых фильтроэлементов составляла П-14 кПа, а критическое, при котором топливная система теряла работоспособность составляла 40-60 кПа. В этом диапазоне перепадов давлений ресурсных фильтроэлементов при эксплуатации хлопководства в условиях Республика Узбекистан составил около 260-300 часов.

Таким образом, вместо регламентированного ресурса работы фильтрующих элементов тонкой очистки топлива до их замены по ГОСТ 14146-79 «Дизели, фильтры тонкой очистки топлива» /117/, составляющего 1500 ч и требованиями по технической эксплуатации трактора МТЗ-80X /118/, составляющего 960 мото-ч, замена практически осуществляется через 250...300 мото-ч работы трактора.

Все вышесказанное обосновывает необходимость более частого технического обслуживания фильтров, их замены. В противном случае для достижения регламентированного ресурса фильтрующих элементов тонкой очистки топлива применять устройства для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора.

Предлагается при выполнении технического обслуживания № 1 (проводимого через каждые 250 мото-ч) промывать корпус фильтра тонкой очистки топлива и заменять фильтрующий элемент.

**Результаты эксплуатационных испытаний
фильтров тонкой очистки топлива**

таблица 5.2.

№	Фильтро-элемент	Поверх-ность филь-трации, м ²	Ресурс мото-ч	Условия испытаний
1.	ЭТФ №5	0,5	284	$\Delta P = \text{кПа}; \Delta P_o = 12 \text{ кПа};$ $\Delta P / \Delta P_o = 3,8$ $C_{б.ср} = 0,005\% \text{ масс};$ $Z_{вз} = 493,6 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$
2.	ЭТФ № 6	0,5	261	$\Delta P = 54 \text{ кПа}; \Delta P_o = 11 \text{ кПа};$ $\Delta P / \Delta P_o = 4,9;$ $C_{б.ср} = 0,005\% \text{ масс};$ $Z_{вз} = 493,6 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$
3.	ЭТФ № 7	0,5	303	$\Delta P = 60 \text{ кПа}; \Delta P_o = 15 \text{ кПа};$ $\Delta P / \Delta P_o = 4,0;$ $C_{б.ср} = 0,005\% \text{ масс};$ $Z_{вз} = 493,6 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$
4.	ЭТФ № 8	0,5	276	$\Delta P = 58 \text{ кПа}; \Delta P_o = 13 \text{ кПа};$ $\Delta P / \Delta P_o = 4,4;$ $C_{б.ср} = 0,005\% \text{ масс};$ $Z_{вз} = 493,6 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$
5.	ЭТФ № 9	0,5	289	$\Delta P = 54 \text{ кПа}; \Delta P_o = 14 \text{ кПа};$ $\Delta P / \Delta P_o = 3,8;$ $C_{б.ср} = 0,005\% \text{ масс};$ $Z_{вз} = 493,6 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$

5.4. Выводы

5.4.1. Значительная загрязненность топлива в баках тракторов МТЗ-80Х, работающих в хлопководстве, вызываемая высокой запыленностью воздуха и другими эксплуатационными факторами, требует корректирования нормативов технического обслуживания и срока службы фильтрующих элементов тонкой очистки топлива, а также разработки и внедрения дополнительных устройств для обеспечения чистоты дизельного топлива в баках тракторов.

5.4.2. на основе проведенных стендовых, а также широких эксплуатационных испытаний фильтров тонкой очистки топлива на ресурс установлено, что работоспособность топливной системы обеспечивается при перепаде давлений в фильтрующем элементе в 45...60 кПа. При этом ресурс фильтроэлементов в эксплуатации составляет 260-300

ч. В этой связи предлагается замену фильтроэлементов у тракторов, занятых в хлопководстве проводить через 250-300 мото-ч работы, т.е. при выполнении ТО-2.

5.4.3. Предложена конструкция и разработано устройство для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора. Применение предлагаемого устройства позволяет в 2,5...3,0 раза снизить загрязненность топлива в баках.

5.4.4. применение устройства для уменьшения количество пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора позволяет производить смену фильтроэлементов топливных фильтров тракторов МТЗ-80Х, производит через 960 мото-ч, т.е. при ТО-3.

5.4.5. Внедрение в производство, устройства для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора позволило совхозу «60 лети Комсомола» Мархаматского района Андижанской области Уз. ССР получить экономический эффект 19,35 рублей на один трактор в год. По Андижанской области составит 40247,5 рублей в год.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. В результате в проведённых исследований получено решение актуального вопроса обеспечения чистоты дизельного топлива в топливных системах тракторов, работающих в хлопководстве на примере трактора МТЗ-80Х, заключающееся в разработке мероприятий, направленных на снижение общей загрязнённости топлива в баках тракторов и изменения норм сменяемости фильтрующих элементов тонкой очистки топлива.

2. На основании проведенных исследований установлено, что загрязнённость дизельного топлива в топливной системе тракторов занятых на выполнении технологических операций возделывания и машинной уборки хлопка-сырца, зависит от ряда факторов. Определяющими из них являются Запылённость, температура воздуха и рабочие режимы тракторов. Установлено, что загрязнённость дизельного топлива механическими примесями в топливной системе двигателя

3. Д-240 тракторов МТЗ-80Х колеблется в пределах от 0,003 до 0,01 % (масс).

4. Теоретически обоснована и разработана методика моделирования процессов загрязнения и очистки топлива. Разработана конструкция моделирующего стенда, позволяющая моделировать основные экс-

плуатационные факторы, определяющие процессы загрязнёния топлива, а также методика проведения исследований загрязнённости дизельного топлива в топливной системе двигателя.

5. Выявлено влияние основных факторов, определяющих процессы загрязнения дизельного топлива в топливных системах дизельных двигателей Д-240 тракторов МТЗ-80Х. Методами регрессионного анализа и планирования эксперимента обоснована трехфакторная математическая модель и получено уравнение регрессий, позволяющее оценивать загрязнённость топлива в баках тракторов в зависимость от основных факторов.

6. Стендовыми испытаниями фильтров тонкой очистки топлива, доказана возможность реальной оценки ресурса топливных фильтров на основе ускоренных стендовых испытаний. Это делает возможным корректирование периодичности смены и нормы расхода фильтрующих элементов в эксплуатации. Для тракторов, работающих в хлопководстве ресурс фильтрующих элементов, установленный при стендовых испытаниях, составляет 300...350 мото-ч.

7. Разработана конструкция устройства для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак трактора МТЗ-80Х.

8. Эксплуатационными испытаниями тракторов МТЗ-80Х подтверждена правомерность оценки эксплуатационного ресурса путем ускоренных стендовых испытаний. Поэтому рекомендовано замену фильтрующих элементов у серийных тракторов, работающих в хлопководстве, проводить при выполнении ТС-1 через 250 мото-ч, а не при проведении ТС-3 через 1000 мото-ч, как это предусмотрено в настоящее время технологией технического обслуживания.

9. В результате эксплуатационных испытаний количества пыли, МТЗ-80Х, снабженных устройством для уменьшения количества пыли, поступающей с воздухом в топливный бак установлено, что загрязнённость в баке снижается с 2,5...3,0 раза по сравнению с тракторами без устройства, и значительно увеличивается ресурс фильтрующих элементов тонкой очистки топлива. В связи с этим предлагается замену фильтрующих элементов фильтров тонкой очистки топлива у тракторов снабженных устройством проводить при ТС-3 через 1000 мото-ч.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Ш.М. Мирзиёев. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш – юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Тошкент: “Ўзбекистон” НМИУ, 2017. 48 б.
2. Ш.М. Мирзиёев. 2016-йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий яқунлари ва 2017-йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган маърузаси. 2017й.
3. Курбанов Ш. Сейтхалилов Э. Национальная программа по подготовке кадров-неотъемлемая часть национальной идеологии. Ташкент, “Маънавият”, 2000.
4. Емельянов Л.А. Фильтрация дизельного топлива. –М. –Л.: машгиз, 1962. – 107 с.
5. Энглин Б.А. Применения жидкий топлив при низких температурах. –М.: Химия, 1980. – 208 с.
6. Руденко А.И. Р фильтрации дизельного топлива // Техника в сельском хозяйстве. 1963. - №9. – с. 66-68.
7. Карпекина Т.П. Исследование загрязнённости и фильтрации дизельного топлива в связи с проблемой повышения надежности автомобилей: Дис. ... канд.техн.наук: 441. - М., МАДИ, 1970. - 149 с.
8. Семернин А.Н. Повышение частоты дизельных топлив в тракторах, эксплуатируемых в условиях сельского хозяйства: Дис. ... канд.техн.наук: 05.20.03. – М., 1983. - с.
9. Чертков Я.Б., Рыбаков К.В., Зрелов Б.Н. Загрязнения и методы очистки нефтяных топливе – М.: Химия, 1970. - 238 с.
10. Алексеев В.Н., Кувайцев И.Ф. Автотракторные неметаллические материалы. – М.: Транспорт, 1966. - 371с.
11. Каприлин Б.Н. К вопросу деформации прецизионных деталей топливных насосов дизелей в процессе износа под действием остаточных поверхностных напряжений: Сб.науч.тр. // ЦНИТА, 1963. –Вып.16.- С. 47.
12. Организовать централизованное восстановление нагнетательных элементов топливных насосов распределительного типа на Новоалександровском ремонтом заводе Ставропольского края // Отчет ГГО-СНИТИ № 760.20841 - М., 1979 - 58 с.
13. Лебедев Б.Й., Ярков В.А. Повышение долговечности прецизионных деталей дизельной топливной аппаратуры // Обзорная информ. НИИ Автосельхозмаш, 1965. С. 31-33.
14. Кадыров С.М. Долговечность автотракторных дизелей в условиях Средней Азии. – Ташкент: Укитувчи, 1982. - 263 с.

15. Барамзин С.В., Руденко А.И. Об эффективности нефтехозяйств колхозов и совхозов // Науч. Тр. ГОСНИТИ, Т. 39, 1974, 140 С.
16. Свиридов Ю.Б. Фирменный ремонт топливной аппаратуры (Принципы, организация, накопленный опыт, перспективы реализации). – Л.: ЦНИТА, 1979. – 18 с.
17. Икрамов У., Ташпулатов М. и др. Износ основных деталей дорожных машин. - Ташкент: Фан, 1976. -134 с.
18. ЧесаковС.П. Исследование и разработка путей повышения работоспособности фильтров тонкой очистки топлива тракторных дизелей: Автореф. Дис. ...канд.техн.наук: 05.20.03-Саратов, 1976. - 21 с.
19. Архипов А.М. Оценка нистоты дизельного топлива по весовому содержанию и дисперсному составу загрязнёнй // Науч. тр.ГОСНИТИ, Т.39, 1974. – с. 162-170.
20. Ачкасов К.А., Бугаев В.Н., Пономоренко А.М., Мазаев Ю.В. Восстановление деталей топливной аппаратуры методом термодиффузионной металлизации // Техника в сельском хозяйстве. 1981. - № 5. – Сю. 49-51.
21. Куликов В.Е. Разработка, обоснование и исследование системы очистки дизельного топлива в селском хозяйстве с применением гидроциклонов; Дис. ...канд.техн.наук.05.20.03 - Алма – Ата, 1980. - 229 с.
22. Рыбков К.В. фильтрация авиационных топлива. - М.: Транспорт, 1973. - 164 с.
23. Алиев Р.А., Рыжков И.В., Гусева А.В. Обеспечение чистоты реактивных топлив на нефтеперерабатывающих предприятиях // науч.тр.ВНИИНП, № 10, 1977. – с. 68-71.
24. Износ деталей сельхозхозяйственных машин / Отв. Ред. М.М. Севернев. –Л.: Колос, 1972. - 223 с.
25. Кострома В.В. Иследование влияние технического состояния прецизионных пао насоса дизеля Д-37М на процесс подачи топлива: дис. ...канд.техн.наук: 05.412. – Минск, 1969. – 158 с.
26. Путинцев Е.А. Исследование динамики загрязнённия и процесса очистки топлива в дизелях тракторного типа: Автореф.... канд.техн.наук. – Омск, 1968. – 25 с.
27. Кондратов В.В. Новые конструкции фильтров грубой и тонкой очистки топлива тракторных дизелей // Науч.тр. ЦНИТА, вып.27, 1965.- с. 22-26.
28. Ташкинов Г.А. Исследования изнашивания плунжерных пар дизельного насоса. Трения и износ в машинах // Научно-технический сборник. 1959, вып.12. - с. 34-37.

29. Черков Я.Б., Рабаков К.В., Зрелов В.Н. Предотвращение загрязнения и очистки топлив. – М.: ЦНИИИТЭИ, Нефтегаз, 1963. – 100 с.
30. Симоненко А.В. Разработка фильтра-водоотделителя для средств заправки сельскохозяйственных машин: Автореф. ... канд.техн.наук: 05.20.03. – М.: 1985, - 16 с.
31. Егоров И.Н. Улучшение эксплуатационных свойств дизельных топлив в условиях сельскохозяйственного производства: Автореф...канд.техн.наук: 05.20.03 – М.: 1984. – 16 с.
32. Коваленко В.П., Ильинский А.А. Основы техники очистки жидкостей от механических загрязнений. – М.: Химия, 1982. – 270 с.
33. Рыбаков К.В., Коваленко В.П., Турчанинов В.Е. Очистка нефтепродуктов от механических примесей и воды. – М.: Изд. ЦНИИТЭНефтехим, 1974. – 80 с.
34. Рыбаков К.В., Коваленко В.П., Турчанинов В.Е. Защита нефтепродуктов от атмосферной пыли и влаги при транспорте и хранении. – М.: Изд. ЦНИИТЭНефтехим, 1973. – 58 с.
35. Лышко Г.П. Топливо и смазочные материалы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.
36. Кондратов В.В. Исследование фильтрации топлива тракторных двигателей и разработка методов повышения срока службы плунжерных пар насоса высокого давления. Дис. ... канд. Нехн.науч: 05.412. – Л.,Пушкин, 1969. – 175 с.
37. Water in diesel fuel. – Diesel Progr. North Amer., 1981, vol. 47, №2, P. 18-19.
38. Руденко А.И. Нефтехозяйство колхозов и совхозов. М.: Колос, 1975. - 224 с.
39. Фомин Ю.Я., Никонов Г.В., Ивановский В.Г. Топливная аппаратура дизелей. Справочник. – М.: Машиностроение, 1982. – 186 с.
40. Filtration and separation. - 1969, V.6, №1 P. 73-75.
41. Давыдов П.И., Большаков Г.Ф. Влияние меркаптанов на образование нерастворимых в топливе осадков при повышенных температурах // Химия и технология топлив и масел. 1961. - №5. – с. 48-53.
42. Чертков Я.Б., Большаков Г.Ф., Гулин У.И. Топлива для реактивных двигателей. – Недра, 1964. – 226 с.
43. Stormaunt Дн: Oil and Gas Journal 1961, y.59, №27, P. 80-82.
44. Bartle Y.W. Filtration and separation 1963, v.3, №5, P. 404-413
45. Розе К.,Kemmer U/ -Boch, Technischte,1974, v.4, №7, P. 300-307.
46. Надёжность топливной аппаратуры тракторных и комбайновых двигателей / Баширов Р.М., Кислов В.Г., Павлов В.А., Попов В.Я. М.: Машиностроение, 1978. - 184 с.

47. SaE, Jaur nal, 1963, №4, P. 4-71/
48. ГОСТ 16350-80. Климат РОССИЯ. Районирование и статические параметры климатических факторов для технических целей. - М.: Изд. Стандартов. 1981.
49. Кок П.И. Климат и надёжность машин. - М.: машиностроение, М.
50. Народное хозяйство Узбекской ССР за 60 лет.
51. Метерологический месячник по Андижанской области. 1980. - 1985 г. Андижан.
52. Умаров М.У. Почвы Узбекистана.-Ташкент. Изд. Фан, 1975. - 221 с.
53. Маев В.Е., Пономарев Н.Н. Воздухоочистители автомобильных и тракторных двигателей. М., Машиностроение, 1971. - 175 с.
54. Фетт В. Атмосферная пыль. М., 1961.
55. Дьяков Р.А. Воздухоочистка в дизелях. Л., Машиностроение, 1975. - 152 с.
56. Геленов А., Левшанов Г., Шилин В. Исследование основных характеристик пылевого облака и влияние их на состояние узлов двигателей // Механизация хлопководства. 1981. -№ 1. – С. 19-20.
57. Сломкин А.П. Исследование запылённости воздуха в зонах уплотнений узлов тракторов и сельхозмашин // Тракторы и сельхозмашины 1979.-№ 10. – С. 28-29.
58. Aicten C.W. and Codrige kh Wear of fuel Njection Eguiptent and fltation of fuel for. Cotpession ignition engines “Gasant oil Pover. 1951. v.46 № 555, P. 300-301.
59. Величкин И. Н. и др. Зависимость надёжности тракторных двигателей от условий эксплуатаций // механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. 1971. - № 5.
60. Мехайловичский Н. М. Влияние Запылённости воздуха на износ машин // Тракторы и сельхозмашины 1961. - №3. – С. 34-35.
61. Власов П. А., Байкин С.В. Влитяние эксплуатационных факторов на работу фильтров тонкой очистки дизельного топлива тракторов // Ремонт и надёжность сельскохозяйственной техники. Научн.тр.МИИСП, 1985. – С. 9-12.
62. Каримов У.К., Алимов Б.Б. Исследование надёжности трактора Т-28Х4 в условиях Андижанской области Узбекской ССР // Науч.отчет ГР № 78084416, 1978. – 58 с.
63. Кадыров С.М. Пути повышения долговечности автотракторных дизелей в условиях Средней Азии. – Ташкент: Изд.фан, 1981. – 127 с.
64. Тракторные дизели. Справочник /Б.А. Взоров, А.В. Рдамович, А.Г. Арабян и др.: Отв.ред. Б.А. Взоров - М.: Машиностроение, 1981. - 530 с.

65. Григорьев М.А. очистка масла и топлива в автотракторных двигателях. - М.: Машиностроение, 1970. - 270 с.
66. Кондратов В.В. К вопросу о выборе схемы системы фильтрации дизельного топлива тракторных двигателей // научн. Тр. ЦНИТА. 1963. - № 18. – с. 60-65.
67. Акрпян В.Г. Химико – термическая обработка прецизионных деталей // Техника в сельском хозяйстве. -№ 1. 1975. – С. 84-85.
68. Бахтияров Н. И. Лагинов В. Е. Производство и эксплуатация прецизионных пар. – М.: машиностроение, 1979. – 205 С.
69. Герасимов Ф.А. Исследование возможности упрочнения и восстановления деталей плунжерной пары методом азотирования на глекущем разряде: Дис. ...канд. Техн. Наук: 05.412. Иркутск, 1970. – 160 С.
70. Ачкосов К.А., Павлов Л.В. Сравнительная оценка восстановления деталей плунжерных пар различными методами // Научн.тр. МИИСП, 1974, вып.4, ч.1. – С. 58 – 62.
71. Антипов В.В. Износ прецизионных деталей и нарушение характеристика топливной аппаратуры дизелей. –М.: Машиностроение, 1972-176 С.
72. Майоров К.П. Исследование работоспособности плунжерных пар топливной аппаратуры респредоительного типа: Автореф. Канд.техн.наук. 05.20.03 – Сратов, 1977. - 24 С.
73. Гугел С.М. Пошышения срока службы працизионных пар топливной аппаратуры тепловозных дизелей:Автореф. ...канд.техн.наук. Л., 1961. - 18 С.
74. Расулов Х.А. Исследование влияние качестваочистки топлива в системе питания дизельного двигателя на надёжность топливной аппаратуры: Дис. ...канд. техн.наук. 05.22.10-М., 1982. - 186 с.
75. Ташпулатов М. Исследование работоспособности топливopодpядующей аппаратуры автотракторных дизелей в условиях высокой запылённoати окружающей среды: Дис. ... канд.техн.наук. 05.22.10.-Ташкент, 1979. - 205 с.
76. Лазовский В.Н. Надёжность и долговечность золотниковых и плунжерных пар. – М: Машиностроени, 1971 - 58 с.
77. Мишин И.А. Долговечность двигателей. – Л.: Машиностроение, 1976. - 288 с.
78. Рыбаков К.В., Кулдыбин Е.Н., Коваленко В.П. Рбезвоживание авиационных горюче-смазочных материалов. – М: Транспорт, 1979-11 с.
79. Бобылев М.А., Егурушкин В.Е. Топливо, смазочные материалы и

- технические жидкости в сельском хозяйстве-Минск, Ураджай, 1976-244 с.
80. Пшенков М.П. Исселодрвание работоспособности восстановленных плунжерных пар топливных насосов распределительного типа НД тракторных дизелей: Автореф. ...канд.техн.наук. 05.20.03.-М., 1975. - 21 с.
 81. Бугаев В.Н. Использование диффузионной метализации при ремонте и изготовлении деталей топливной аппаратуры тракторных и комбайновых дизелей // Доклад на ГКНТ.-М.: МИИСП. - 1984. – 10 с.
 82. Ждановский Н.С. и др. Надёжность и долговечность автотракторных двигателей. –Л.: Колос, 1974. – 223 с.
 83. Восстановление деталей топливной аппаратуры термодиффузионной метализацией / Ачкасов К.А., Бугаев В.Н., Мазаев Ю.В., Пономаренко А.М. //Сб.науч. тр. МИИСП, 1981 - С. 7.
 84. Мазаев Ю.В. Исследование работоспособности и надежности распылителей форсунок энергонасыщенных тракторов, восстанавливаемых диффузионным татанированием: Дис....канд.техн. наук. 05.20.03.-М., 1982. - 154 с.
 85. Разработка технологиии восстановления и упрочнения деталей топливной аппаратуры производства ВЗТА карбидтитановыми покрытиями // Научн. Отчет № 8-82. М. МИИСП, 1983, ГР 81093997,инв. №Б 02830085304 -96 с.
 86. Обобщение опыта внедрения техничнской документации и комплексных мероприятий по повышению ресурса торемонтированной топливной аппаратуры с технико-экономическим обоснованием //Отчет ГОСТИНИ № 72046176- М ГОСНИТИ, 1975. - 218 с
 87. Глыбин А.И. Автотракторные фильры. –Л.: Машиностроение, 1980 - 181 с.
 88. ГОСТ 14146-79 Дизели. Фильры тонкой очистки топлива. Общие технические условия. – М.: Изд. Стандартов, 1979.
 89. Технолия и система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства в УзССР /Отв.ред. академик ВАСХНИЛ д.т.н. Г.М. Рудаков и.к.т.н.А.М. Кундузов-кн. I, 1974 Фан. - 369 с.
 90. ГОСТ 2517-80. Нефть и нефтепродукты. Отбор проб.-М Изд. Стандартов, 1983.
 91. Кушнеренко К.Ф. Краткий справочник по горючему. – М: Воениздат, 1979 - 30 с.
 92. Грушевский А.И. Исследование фильтрации бензина и обоснование

- периодичности обслуживания фильтров в системах питания автомобильных карбюраторных двигателей: Автореф.дис. канд.техн.наук. 441. - М.: 1970. - 18 с
93. Вялков В.М. Исследование фильтрации топлива в системах питания отечественных дизельных автомобилей: Автореф. Дис. ... канд.техн.наук. - М.:1981, 21 с.
94. Jeon D.Garver. Nature of hudraulic fluid contamination/ Proceedings of the National bonjeress an Fluid Power, vol. XX. 1966.
95. ГОСТ 10577-78. Нефтепродукты. Методы определения содержания механических примесей. -М.: Изд. Стандартов, 1984.
96. Рыбаков К.В., Дмитриев Ю.И., Поляков А.С. Авиационные фильтры для топлив, масел, гидравлических жидкостей и воздуха. - М.: Машиностроение, 192. - 104 с.
97. Разработать научные основы повышения прочности, долговечности и надежности сельскохозяйственной техники. Тема 3-85. Исследование и разработка комплексной защиты воздушной системы тракторного двигателя (Д-240) от влияния пыли и высокой температуры воздушной среды, в условиях Узбекиской ССР. (Научн.руковод.к.т.н.профессор А.В.Кузнецов)// Научн. Отчет - №3-85. -М.: МИИСП, № ГР 81093996, инв. №0286.0085267. - 220 с.
98. Кузнецов А.В., Симоненко А.В., Мирзаев И.Г., Кодиров Т.Х. Комплексная методика определения и оценки запылённости воздуха при выполнении механизированных работ в хлопководстве. - М.,1986. - 7 с. - Рукопись представлена Моск.инст.инж.сельскохозяйственного.производства. Деп. В ЦНИИТЭИтракторного и сельскохозяйственного машиностроения. № 764-ТС, 1987.
99. Кузнецов А.В., Симоненко А.В., Мирзаев И.Г., Кодиров Т.Х. Исследование запылённости воздуха при выполнении механизированных работ в хлопководстве. (Условия УзССР)-М., 1986. -7 с. – Рукопись представлена Моск. Институтом инж.сельскохозяйственногопроизводства. Деп. В ЦНИИТЭИ тракторного и сельскохозяйственного машиностроения. № 765-ТС, 1987.
100. Кузнецов А.В., Симоненко А.В., Мирзаев И.Г., Кодиров Т.Х. о запылённости воздуха при работе хлопководческих машин.- Науч.тр./ МИИСП, 1987 (в печати). - 3 с.
101. Разработать систему очистки топлива от воды и механических примесей для транспортных машин, повышающую надёжность и долговечность топливной аппаратуры двигателя на 20-30%. Тема 10-84. Исследование фракционного состава загрязнёний дизельного топлива двигателей, эксплуатируемых в хлопководстве (двигатель

- Д-240). (Науч.руковод.к.т.н., профессор Кузнецов А.В.) // Научн.отчет-№ 10-84.-М.: МИИСП, № ГР 81093990, инв. № 0285.0027377. - 73 с.
102. Кузнецов А.В., Симоненко А.В., Мирзаев И.Г. Исследование загрязнённости дизельного топлива в топливной системе двигателя Д-240 при производстве хлопка-сырца в условиях Узбекиской ССР. // Сельский механизатор. – (в печати), 1987.
 103. Григорьев М.А., Долецкий В.А. Обеспечение надёжности двигателей. – М.: Изд.Стандартов, 1978. - 328 с.
 104. Кирпичев М.В. Теория прдрбия. - М.: Изд. Академии наук. РОССИЯ, 1953. - 93 с.
 105. Москвин Е.В., Рыбаков К.В., Удлер Э.И. Применение метода подобия для оценки износа двигателей внутреннего сгорания. - Томск, Изд. Томского университета, 1978. - 75 с.
 106. Удлер Э.И. Фильтрация углеводородных топлив.- Томск, Изд. Томского университета, 1981. - 152 с.
 107. Коробейников А.Т., Лихачев В.С., Шолохов В.Ф. Испытания сельскохозяйственных тракторов. - М.: Машиностроение, 1985. - 239 с.
 108. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных.-М.: Колос, 3-е Изд., доп. И перераб., 197. - 199 с.
 109. Калоша В.К., Лобко С.И., Чикова Т.СЧ. Математическая обработка результатов эксперимента. - М.: Высш. Школа, 1982. - 103 с.
 110. Электроника МК-54 ». Руководство по эксплуатации.
 111. Цветков А.Н., Епанечников В.А. Прикладные программы для микро-ЭВМ «Электротехника БЗ-34»; «Электроника МК-56» и «Электроника МК-54». –М.: Финансы и статистика, 1984. - 175 с.
 112. Автоматизированная система управления сельских хозяйством. Пакет прикладных программ ППП ЕХСТАТ. - М.: 1983. - 250 с.
 113. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.
 114. Завадский Ю.В. Планирование эксперимента в задачах автомобильного транспорта. (Учебное пособие). –М.: Моск. Авт.дорожн. ин-т, 1978. - 154 с.
 115. Рыбаков К.В., Удлер Э.И. Шевченко В.Н. Топливо в баках должно быть чистым // Автомобильный транспорт. - 1984. - № 10. - с. 38-39.
 116. Плескунин В.И., Воронина Е.Д. Теоретические основы организации и анализа выборочных данных в эксперименте. (Учебное пособие).- Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1979. - 231 с.

117. ГОСТ 14146-79. Дизели. Фильтры тонкой очистки топлива. Общие технические условия. М.Изд. Стандартов, 1979.
118. Тракторы МТЗ-80 и МТЗ-82 /Отв. Ред.И.П.Ксенович 2-е изд. Перераб и доп -М, Колос, 1983 - 245 с.
119. Осинов В.И., Лысюк А.И. Методические указания по определению экономической эффективности внедрения новой техники, изобретений и рационализаторских предложений на ремонтных предприятиях. МИИСП, М. - 1981 - С. 19.
120. Конкин Ю.А. Экономика ремонта сельскохозяйственной техники – М: Колос. - 1983.- 414 с.
121. Нормативно-справочный материал для экономической оценки сельскохозяйственной техники. (Справочное приложение к ГОСТ 23728-79-23730-79 «Техника сельскохозяйственная». Методы экономической оценки», ЦНИИТЭИ, М. 1980 - 297 с.
122. Номенклатурно-справочная тетрадь 1450 запасных частей к тракторной топливной аппаратуре (для заказа на 1987 год) ЦНИИТЭИ, М-1985. - 148 с.
123. Номенклатурно-справочная тетрадь 1444 запасных частей к пусковым двигателям ЛД-10, ПД-15, ПЗ50, ПА-8М и их редукторам (для заказа на 1988 год) ЦНИИТЭИ, М. – 1986 - 28 с.
124. Прейскурант 27-08 «Оптовые цены на запасные части к тракторам. – М: «Прейскурантиздат», - 1981 - 559 с

МОНОГРАФИЯ

Мирзаев И.Ф.

**ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАКТОРА
МТЗ-80Х В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНА**

Subscribe to print 06/07/2021. Format 60×90/16.
Edition of 300 copies.
Printed by “iScience” Sp. z o. o.
Warsaw, Poland
08-444, str. Grzybowska, 87
info@sciencecentrum.pl, <https://sciencecentrum.pl>



Мирзаев Илхомжон Гофурович

доцент кафедры Сельскохозяйственные машины
и организация технического сервиса Андижанского
института сельского хозяйства и агротехнологий



ISBN 978-83-66216-48-8

