

ПОВЫШЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН, ОСНАЩЕННЫХ ДВИГАТЕЛЯМИ С ТУРБОНАДДУВОМ

Полянский А. С., д.т.н., проф., Кириенко Н. М., к.т.н., доц.,
Задорожня В. В., к.т.н., доц., Переверзева Л. Н., ст. преп.

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенко*

Установлено, что 13,1% отказов системы воздухообеспечения связана с нарушениями работы топливной аппаратуры и их регулировок, приводящие к чрезмерному росту температуры выпускных газов. Высокая температура выхлопных газов может привести к оплавлению лопаток турбины турбокомпрессора, появлению дисбаланса, снижению скорости вращения, ухудшению отвода тепла нагретых выхлопными газами деталей.

Исследования показали, что при продолжительной работе с такими нарушениями создают неблагоприятные условия для трубопроводов низкого давления, которые близко расположены к элементам системы выпуска двигателя. От высокой температуры возникают трещины. Топливо вытекает из трещин трубопроводов и попадает на нагретые до 800 градусов и более элементы системы выпуска и доводятся до воспламенения.

В работе сформулированы рекомендации по обеспечению пожарной безопасности при работе машины с дизелем, оснащенным турбонаддувом.

Ключевые слова: пожарная безопасность, двигатель, турбонаддув, отказы, топливо, возгорание

Введение. Работа в условиях частых и резких изменений скоростных и нагрузочных режимов, характерных для большинства сельскохозяйственных машин с поршневыми двигателями, создает дополнительную опасность для теплонапряженных деталей цилиндро-поршневой группы (ЦПГ), которая приводит к короблению и деформациям, появлению трещин. Такие явления в системах топливоподачи могут привести к возгоранию двигателя и машины в целом. Поэтому стремительный рост удельных мощностей двигателей внутреннего сгорания выдвинул в последнее время вопросы прочности и прежде всего вопросы термочности на одно из первых мест среди проблем современного двигателестроения.

Анализ последних достижений и публикаций. Проведенные исследования [1,2,3] показали, что на сегодняшний день стоят большие задачи в области повышения энерговооруженности транспорта, используемого в сельском хозяйстве, требуют создания быстроходных дизелей широкого назначения мощностью свыше 500 л. с, а в отдельных случаях до 2000 л. с. и выше [3]. При этом существенным обстоятельством является снижение металлоемкости конструкций при обеспечении их высокой надежности и достаточно высокой

экономичности. Указанные обстоятельства неминуемо увеличат тепловые нагрузки на детали ЦПГ двигателя, так как повышение удельных мощностей при сохранении достигнутой экономичности приводит к увеличению тепловых потоков на поверхности деталей, образующих камеру сгорания двигателя. При прочих равных условиях это вызывает увеличение абсолютных температур и температурных перепадов в данных областях. Возрастают при этом и механические нагрузки. Дальнейшее форсирование двигателей по среднему эффективному давлению потребовало существенного пересмотра некоторых положений конструирования теплонапряженных деталей. Во многих случаях наметился переход к тонкостенным конструкциям. Одновременно с этим, непрерывное увеличение давления наддува, повышение максимального давления сгорания приводит к возрастанию механической напряженности деталей двигателя, в том числе и теплонапряженных. Применение тонкостенных конструкций, выгодное с точки зрения теплонапряженности, часто связано с необходимостью уменьшения напряжений от сил давления газов.

Цель и постановка задачи. Целью исследования является повышение пожарной безопасности сельскохозяйственных машин на основе анализа причин отказов, приводящих к возгоранию. Для достижения поставленной цели поставлены следующие задачи:

- выполнить анализ причин и комплексную оценку теплонапряженности деталей, участвующих в обеспечении горения топлива в двигателе и определить долю отказов, приводящих к возгоранию;
- разработать рекомендации по снижению возгорания машины.

Обоснование рекомендаций по профилактике и исключения пожаров при эксплуатации сельскохозяйственных машин, оснащённых дизелями с турбонаддувом

Несмотря на то, что почти все детали машин сделаны из металла, они могут загореться. Гореть может краска, пыль и грязь, пропитанные топливом и маслом, растительные остатки, находящиеся на неочищенном комбайне или тракторе, обивка кабины и сиденья, топливо, масло и т.д. Особую опасность представляют собой баки с пусковым и основным топливом. Поэтому, работая на машине, следует неуклонно выполнять все основные требования правил противопожарной безопасности.

Характер распределения отказов двигателей в эксплуатации показывает, что наибольшая интенсивность проявляется в начальный период работы. По данным наблюдений [1-3]. отмечено увеличение отказов при наработках 100...300 ч в дальнейшем наблюдается снижение числа отказов. В частности установлено: в реальной эксплуатации средняя наработка на сложный отказ (II и III групп сложности) нового двигателя почти в два раза ниже, чем в нормальной эксплуатации, для отремонтированных - эта величина значительно выше и имеет большое рассеивание, которое зависит не только от культуры эксплуатации, но в большей степени от качества ремонта.

Применение некачественных материалов, низкое качество восстанавливаемых рабочих поверхностей деталей, низкое качество сборочных операций узлов и агрегатов при ремонте и обкатки двигателей способствуют

резкому ускорению изнашивания деталей двигателя даже совершенной конструкции, нарушая температурный режим силового агрегата.

Выполнена количественная оценка отказов новых и отремонтированных тракторных двигателей (на примере двигателей типа СМД-60,62) приведена в табл. 1.

Таблица 1 – Безотказность новых и отремонтированных двигателей СМД-60,62

Показатель	Реальная эксплуатация		Нормальная эксплуатация	
	Новые	Отремонтированные	Новые	Отремонтированные
Среднее число отказов за наработку 1000 ч,	2,09	2,61	1,45	1,81
в том числе:				
I группы сложности	0,47	0,59	0,89	1,11
II группы сложности	1,19	1,49	0,50	0,63
III группы сложности	0,43	0,53	0,06	0,07
Средняя наработка на сложный отказ, ч	617	495	1785	1428

Полученные данные показывают, что в нормальной эксплуатации, где соблюдаются требования заводской инструкции наработка на отказ значительно выше. Наибольшее число отказов отмечено по системам, которые требуют повышенного внимания при проведении заводской и эксплуатационной обкатки. Это – система топливоподачи, система обеспечения воздухом, агрегаты блок и головка цилиндров. Распределение отказов по системам двигателя приведена на рисунке 1.

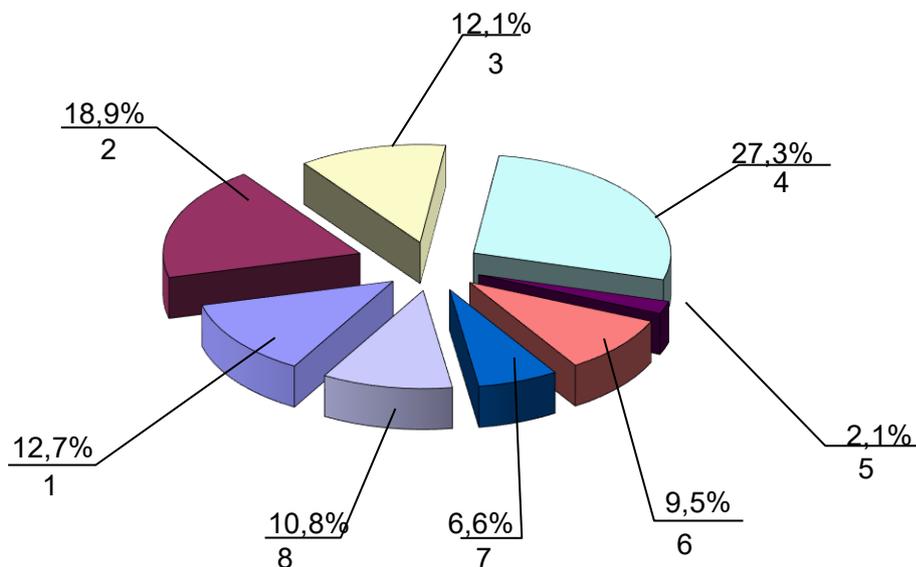


Рис. 1 – Распределение отказов двигателей СМД - 60,62 по системам: 1 – головка цилиндров; 2 – блок цилиндров; 3 – воздухообеспечения; 4 – топливоподачи; 5 – смазки; 6 – пуска; 7 – охлаждения; 8 – муфта сцепления

Неисправность турбокомпрессора может возникнуть в первые 200...300 ч. Она носит либо производственный характер (увеличенные радиальные и осевые люфты, излом лопаток турбины и др.), либо эксплуатационный (нарушение

правил эксплуатации системы топливоподачи), потому что наличие воды в топливе, неправильная установка угла опережения впрыска топлива, неисправные форсунки могут нарушить процесс смесеобразования и полноту сгорания топлива, что ведет к резкому повышению температуры выпускных газов, оплавлению лопастей турбинного колеса, нарушению его дисбаланса.

На двигателях типа СМД-60,62 установлены турбокомпрессоры ТКР-ПН-I, объединяющие в одном агрегате центростремительную газовую турбину и центробежный компрессор. Для нагнетания в цилиндры воздуха под давлением используется часть энергии выпускных газов, которая составляет около 30% от общего количества тепла, выделяющегося при сгорании.

Из 502 отказов 77 двигателей эксплуатируемых без ПП. 61 отказ (12,15%) приходится на систему воздухообеспечения.

Приведенные данные показывают, что значительная часть отказов (67,2%) системы воздухообеспечения приходится на турбокомпрессор. Высокая температура, большие рабочие скорости (более 45000 об/мин, на номинальном режиме работы двигателя), особенность конструктивного расположения, заключающаяся в верхнем расположении над двигателем определяют жесткие требования к условиям их эксплуатации.

Характерными признаками отказов системы, связанными с нарушением работоспособности турбокомпрессора, являются снижение мощности двигателя, дымный выхлоп (18%), повышенный расход масла (19,7%), повреждение лопаток ротора (11,5%), снижение давления наддува воздуха (18%), что составляет 67,2% от общего количества отказов по системе воздухообеспечения.

Верхнее расположение турбокомпрессора предусматривает более позднюю подачу масла при пуске и быстрый возврат его при остановке двигателя. Это особенно важно, когда имеются неисправности в системе масляной магистрали. Нарушение режима смазки приводит к износу ротора, втулки, отказы которых проявляются снижением давления наддува, падением мощности, дымным выхлопом и другими.

13,1% отказов системы воздухообеспечения связана с нарушениями работы топливной аппаратуры и их регулировок, приводящие к чрезмерному росту температуры выпускных газов.

Высокая температура выхлопных газов может привести к оплавлению лопаток турбины турбокомпрессора, проявлению дисбаланса. Более серьезные последствия, к сожалению, имели место в отечественной и зарубежной практике эксплуатации двигателей типа СМД-60, когда высокая температура выхлопных газов может привести к возгоранию двигателя, трактора, комбайна.

Уровень тепловой и механической напряженности оценивают способностью детали и всего узла в целом в данных условиях выполнять основные функции в течение определенного времени. Таким образом, в понятие тепловой и механической напряженности входит обширный круг вопросов от оценки уровня температур и напряжений при работе детали на двигателе до оценки работоспособности материала при этих уровнях и отыскания путей снижения указанных уровней в случае необходимости. Полное решение проблемы требует проведения комплекса взаимосвязанных исследований, начиная от

нестационарного теплообмена и кончая критериями прочности в условиях неизотермического нагружения. При этом важное значение имеет определение теплового и напряженного состояния деталей, а также поведение материалов с учетом этих состояний; определяемых изменением режимов работы двигателя.

При эксплуатации сельскохозяйственных машин возгорание может возникать по причине недобросовестности оператора или слесаря, обслуживающего эту машину или неправильного использования. Тракторист или комбайнер должен пройти курсы специальной подготовки по правилам безопасного использования машины и иметь удостоверение.

Необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности:

- огнетушитель, которым оснащена машина, должен быть заряжен и постоянно находиться в исправном состоянии;

- техническое обслуживание и устранение неисправностей выполняются только при неработающем двигателе;

- при заправке или при проверке топлива запрещается применять открытый огонь, запаливать спички или зажигать освещение или курить. Не допускается течи топлива и масла в местах соединения трубопроводов;

- резервуар бензина пускового двигателя заправляется только когда двигатель не работает и холодной выхлопной трубе;

- выхлопную трубу периодически необходимо очищать от нагара;

- при остановке двигателя необходимо выключить выключатель «масса»;

- необходимо постоянно следить за состоянием электропроводки и надёжность её крепления. А если появятся искры в местах где повреждена изоляция электропроводки или соединительные клеммы разболтаны, может возникнуть пожар, особенно летом;

- перед монтажом двигателя, топливопроводы необходимо проверять на герметичность; высокого давления – при 30 МПа (300 кгс/см²) и для низкого – при 0,3 МПа (3 кгс/см²). Не допускаются течи труб или соединений;

Согласно инструкции необходимо периодически проверять опережение подачи топлива. При малом угле опережения (до 26°) топливо полностью не сгорает. Большая часть смеси сгорает в процессе расширения при движении поршня вверх. В результате этого увеличивается теплоотдача цилиндрам, головке двигателя, температура выхлопных газов повышается, выхлопные трубы, корпус турбины турбокомпрессора и другие элементы систем двигателя нагреваются.

При продолжительной работе с такими нарушениями создают неблагоприятные условия для трубопроводов низкого давления, которые близко расположены к элементам системы выпуска двигателя. От высокой температуры возникают трещины. Топливо вытекает из трещин трубопроводов и попадает на нагретые до 800 градусов и более (по причине нарушения регулировок иглы впрыска подачи топлива) элементы системы выпуска и доводятся до воспламенения.

Выводы

1. Выполнена количественная оценка и определена доля сложных отказов дизельных двигателей, приводящих к возгоранию.

2. Дані рекомендації по підвищенню пожежної безпеки сільськогосподарських машин, оснащених двигателями з турбонаддувом.

Список использованных источников

1. Забродский В.М., Топилин Г.Е., Стопалов С.Г., Тома Е.Г. Повышение безотказной работы тракторов - К.: Урожай, 1985. – 272 с.
2. Забродский В.М., Топилин Г.Е. Управление технической эксплуатацией тракторов. – Киев: Урожай, 1991. – 256 с.
3. Гринченко А.С., Кухтов В.Г., Клименко Н.П. Анализ повреждений и пути повышения долговечности элементов трактора Т-150К: Сб. науч. тр., Вестник ХГПУ, Вып. 77 – Харьков, 2000. – С. 45-46.
4. Как сохранить работоспособность дизеля: Справочник / А.П.Строков, В.И.Водолажский, Н.А.Сергиенко. – М.: Укр Дизель, 1993. – 272 с.
5. Трактора серии 8100, 8200, 8300 и 8400 (Серийный номер 10001). Руководство по эксплуатации. John Deere Waterloo Works, OMAH 150262. Выпуск G6. Северо – Американское издание. Напечатано в США.
6. Кухтов В.Г., Полянский А.С. Определение содержания и объемов работ при техническом сервисе. // Техника АПК.– 2001.- № 1-2.- С.13-18.
7. Полянский А.С. Формирование безотказности тракторов в период приработки (на примере двигателей СМД-62) / Тракторная энергетика в растениеводстве. Сб. науч. тр. – Х.: ХГТУСХ, 1998. - С. 109 – 115.

Анотація

ПІДВИЩЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН, ОСНАЩЕНИХ ДВИГУНАМИ З ТУРБОНАДДУВОМ

Полянський О. С., Кириєнко М. М., Задорожня В. В., Переверзєва Л. М.

Встановлено, що 13,1% відмов системи воздухообеспечення пов'язана з порушеннями роботи паливної апаратури та їх коригування, що призводять до надмірного росту температури випускних газів. Висока температура вихлопних газів може привести до оплавлення лопаток турбіни турбокомпресора, появи дисбалансу, зниження швидкості обертання, погіршення відводу тепла нагрітих вихлопними газами деталей.

Дослідження показали, що при тривалій роботі з такими порушеннями створюють несприятливі умови для трубопроводів низького тиску, які близько розташовані до елементів системи випуску двигуна. Від високої температури виникають тріщини. Паливо витікає з тріщин трубопроводів і потрапляє на нагріті до 800 градусів і більше елементи системи випуску і доводяться до займання.

У роботі сформульовано рекомендації щодо забезпечення пожежної безпеки при роботі машини з дизелем, оснащеним турбонаддувом.

Ключові слова: пожежна безпека, двигун, турбонаддув, відмови, паливо, загоряння

Abstract

INCREASE THE FIRE SAFETY OF AGRICULTURAL MACHINES EQUIPPED WITH TURBOCHARGED ENGINES

O. Polyansky, N. Kirienko, V. Zadorozhnyaya, L. Pereverseva

Found that 13.1% of system failures air supply is connected with infringements of work of the fuel equipment and their adjustments, leading to excessive growth of temperature of exhaust gases. High exhaust temperature can lead to melting of the turbine blades of the turbocharger, the emergence of imbalances, decrease in speed, deterioration of heat dissipation of the heated exhaust gases of the details.

Studies have shown that prolonged work with such violations create unfavourable conditions for low-pressure lines which are close to elements of the exhaust system of the engine. The high temperature cracks occur. Fuel flows from crevices in the pipes and gets heated to 800 degrees or more elements of the exhaust system and brought to the ignition.

The paper proposes the recommendations for fire safety in the machine with a diesel engine equipped with a turbocharger.

Keywords: *fire safety, engine, turbo failures, fuel, ignition*

УДК 614.8+378.2

РОЗВИТОК ЗАГАЛЬНО-НАВЧАЛЬНИХ НАВИЧОК ЯК НЕОБХІДНА УМОВА В ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦЯ З ВИСОКОЮ КУЛЬТУРОЮ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Черепньов І. А., к.т.н., доц.

Харківський національний технічний університет ім. Петра Василенка

Фесенко Г. В., к.т.н., доц.

*Харківський національний університет міського господарства
ім О. М. Бекетова*

Макогон О. А., к.т.н., Гунченко В. О.

*Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»*

Новік С. А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*

У статті розкрита об'єктно-суб'єктна взаємодія елементів системи безпеки життєдіяльності, розглянуті перспективи використання технологій розвитку загально-навчальних навичок як засобу формування культури безпеки та знань про неї у студентів ВНЗ. Методичний апарат розвитку загально-