

## ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Ю.И. Томкунас,**

*доцент каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент*

**В.Н. Кецко,**

*ст. преподаватель каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ*

**А.А. Гончарко,**

*ст. преподаватель каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ*

*Рассмотрены вопросы экологической безопасности машинно-тракторных агрегатов (МТА). Представлены основные факторы вредного воздействия машин на окружающую среду и параметры оценки экологической безопасности.*

*Ключевые слова: экологическая безопасность, отработавшие газы, трактор, сельскохозяйственная машина, дизельный двигатель, дымность, выбросы вредных веществ.*

*The problems of ecological safety of the machine and tractor units are examined. The main factors of the harmful effects of cars on the environment and parameters of assessment of environmental safety are presented.*

*Keywords: environmental safety, exhaust gases, tractor, farm machine, diesel engine, smokiness, emissions.*

### Введение

Соблюдение экологической безопасности – одно из основных требований, предъявляемых к средствам механизации. Главной причиной негативного воздействия машинно-тракторных агрегатов на природную среду остается низкий технический уровень эксплуатируемых тракторов и самоходных машин [1, 2]. Экологическая безопасность – допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека [3].

Один из путей обеспечения приемлемой экологической безопасности машин – правильная эксплуатация, а также своевременное проведение технического обслуживания и ремонта с элементами восстановления параметров экологической безопасности [1, 3].

Безразборный контроль показаний экологической безопасности машин с требуемой точностью – это экологическое диагностирование [4]. По аналогии с техническим диагностированием результатом экологического диагностирования является выдача заключения с указаниями вида и причин нарушения экологической безопасности. Экологическое диагностирование МТА необходимо для оценки экологической культуры эксплуатации.

### Основная часть

Тракторы и самоходные сельскохозяйственные машины – специфические загрязнители окружающей

среды. Утечки топливно-смазочных материалов (ТСМ) загрязняют пахотные земли и водоемы, повреждают почвенную флору и фауну, движители переуплотняют пашню, что резко снижает урожайность сельскохозяйственных культур, повышенные шум и вибрации на рабочем месте машины являются санитарно-экологическими факторами, серьезно сказывающимися на здоровье оператора [5].

Загрязнение атмосферы, вызываемое автотракторными дизелями машин, в 5 раз превышает выбросы теплостанций и в 3 раза – промышленных предприятий. Работающий автотракторный дизель является источником выброса малой высоты. Продукты сгорания медленно рассеиваются в атмосфере, а концентрация вредных веществ (ВВ) значительна на большом расстоянии от работающего двигателя. Часть вредных веществ вместе с воздухом попадает в органы дыхания и на кожный покров обслуживающего персонала, часть накапливается в растениях и почве, а оставшаяся часть рассеивается в верхних слоях атмосферы и непосредственно не контактирует с человеком и растительностью, но существенно влияет на состояние окружающей среды. Доказано, что выбросы отработавших газов могут снижать урожайность сельскохозяйственных культур и их качество на 25 % [6].

Оксиды серы в атмосфере реагируют с парами воды с образованием серной кислоты, а затем с осадками выпадают на землю в виде кислотных дождей.

Накопление диоксида серы в атмосфере вызывает климатические изменения регионального и планетарного масштаба.

Ухудшение технического состояния дизеля и нарушение регулировочных показателей его систем и механизмов ведет к повышению уровня дымности отработавших газов [7].

Повышенная дымность и величина вредных выбросов свидетельствуют не только о неисправностях механизма и систем дизеля, но и о неэкономичности его работы.

Основные диагностические показатели экологической безопасности тракторов и самоходных машин [3]:

- удельные выбросы CO, CH и NO<sub>x</sub> в отработавших газах дизельных ДВС согласно ГОСТ 17.2.2.2.05;

- дымность отработавших газов дизеля (в установленном режиме и режиме свободного ускорения) согласно ГОСТ 17.2.2.02;

- содержание CO в воздухе рабочей зоны оператора трактора или сельхозмашины (герметичность кабины);

- утечки моторного, трансмиссионного и гидравлического масла, дизельного топлива, охлаждающей жидкости;

- степень загрязненности (класс чистоты) моторного масла и дизельного топлива;

- выбросы (утечки) отработавших газов помимо выхлопной трубы трактора или сельхозмашины;

- шум внешний и внутренний (в кабине водителя), создаваемый трактором (сельхозмашиной);

- вибрации на рулевом колесе и сиденье оператора трактора (сельскохозяйственной машины).

Дымность отработавших газов является одним из основных недостатков дизелей. Различают два вида дыма: черный – из-за наличия сажи в отработавших газах и белый или голубой – результат неполного сгорания топливовоздушной смеси при значительном запаздывании воспламенения или попадания горючего на холодные стенки камеры сгорания. Существенно влияет на длительность выпуска угол опережения впрыска горючего.

Выброс сажи увеличивается с ростом нагрузки на двигатель, сопровождаемой обогащением топливовоздушной смеси. Граница прекращения дымления соответствует составу смеси при коэффициенте избытка воздуха  $\lambda=1,2$  [6]. Исправный дизельный двигатель на холостом ходу почти не выбрасывает частиц сажи (твердых частиц). Усиленный выброс твердых частиц или несгоревшего топлива указывает на нарушение процесса сгорания, из-за неисправных распылителей форсунок.

Применение в дизельных топливах бариевых антидымных присадок в концентрации до 1 % снижает дымность выпуска на 20-50%, не ухудшая эффективных и экономических показателей дизеля, но при этом интенсифицируется процесс нагароотложения на концах распылителей форсунок.

На экономичность двигателя влияет техническое состояние воздушного фильтра. При несвоевременном его обслуживании возрастает сопротивление фильтра до 2 раз и вызывает рост расхода топлива примерно на 6-8 %.

В процессе эксплуатации дизелей за счет износа деталей цилиндропоршневой группы наблюдается снижение давления конца сжатия с 4,5 до 2,8 МПа, что приводит к ухудшению процесса сгорания и увеличению потерь тепла через стенки камеры сгорания и с отработавшими газами.

Основными регулировочными параметрами топливной аппаратуры, изменяющимися в процессе эксплуатации и влияющими на расход топлива дизелем, являются цикловая подача, давление начала впрыска топлива и угол опережения впрыска.

Установка начала подачи топлива влияет на шум сгорания, мощность двигателя, расход топлива и содержание вредных веществ в отработавших газах. Если подача топлива начинается слишком рано, двигатель работает жестко, с сильным шумом сгорания, низким расходом топлива, но повышенным содержанием оксидов азота в отработавших газах. При слишком ранней установке начала подачи увеличивается и дымность, потому что увеличенная задержка воспламенения приводит к низкой температуре цикла [8]. Резкое нарастание давления сгорания может вызвать повреждение кривошипно-шатунного механизма, особенно поршня. На позднее начало подачи топлива двигатель реагирует потерей мощности, увеличенным расходом топлива и повышенным дымлением. При позднем завершении сгорания увеличивается температура отработавших газов, а, следовательно, риск повреждения выпускных клапанов и турбокомпрессора. Турбокомпрессоры позволяют, особенно при полной нагрузке, снабжать двигатель достаточным количеством воздуха. Большое количество воздуха в камере сгорания позволяет впрыскивать большее количество топлива и увеличить мощность, а при меньшей подаче топлива – снизить выброс сажи.

Поэтому давление наддува, являясь параметром, определяющим величину полной нагрузки, должно проверяться, прежде всего, при падении мощности. Для проверки давления наддува присоединяют манометр к соответствующему штуцеру впускного трубопровода и измеряют давление на соответствие данным производителя [8]. Измерение без нагрузки не может обеспечить требуемый результат, так как турбокомпрессор обеспечивает необходимое давление наддува только при достаточно большом количестве отработавших газов. Короткий период полной нагрузки на режимах свободного ускорения также не является достаточным для измерения давления наддува, так как рост частоты вращения турбины не успевает за увеличением частоты вращения коленчатого вала. Поэтому измерение наддува можно осуществлять при поездке с более постоянной полной

нагрузкой и при средней частоте вращения коленчатого вала [8].

Не слишком низкое, но и не слишком высокое давление наддува может привести к снижению мощности, так как блок управления при превышении предельного значения наддува, с целью защиты турбокомпрессора, снижает подачу топлива. При значениях давления наддува, не соответствующих данным производителя, необходимо проверять весь двигатель [8].

Износы деталей топливной аппаратуры по-разному воздействуют на величину цикловой подачи. Износ плунжерных пар и винтовой кромки уменьшает количество впрыскиваемого топлива. Износы нагнетательного клапана, разгрузочного клапана и его седла увеличивают цикловую подачу. В результате износа деталей топливной аппаратуры нарушаются величина и равномерность подачи горючего по цилиндрам, снижается давление и изменяются продолжительность и фактический угол опережения впрыска. Износ деталей цилиндропоршневой группы и деталей топливной аппаратуры дизеля приводят к значительным нарушениям нормального процесса сгорания за счет обогащения смеси, изменения углов опережения впрыска и снижения давления впрыска. Коэффициент избытка воздуха при этом может снижаться до 1,0, в результате чего увеличивается неполнота сгорания горючего, повышается дымность выпуска, резко ухудшаются пусковые качества и экономичность. Увеличение цикловой подачи до номинального значения для изношенного двигателя недопустимо, так как это сопровождается обогащением состава смеси и уменьшением коэффициента избытка воздуха до 1,10-1,15 (при норме 1,2-1,8), что приводит к ухудшению процесса сгорания, увеличению дымности отработавших газов и возрастанию расхода топлива, недопустимому перегреву некоторых деталей двигателя вследствие значительного повышения температуры отработавших газов.

Измерение дымности проводят при техническом обслуживании ТО-2, после ремонта и регулировки узлов и систем трактора, влияющих на дымность. Дымность проверяют при свободном ускорении (разгон двигателя от минимальной до максимальной частоты вращения на холостом ходу и при максимальной частоте вращения) [9], соответствующем требованиям СТБ 2169-2011, которая не должна превышать значений, указанных в табл. 1.

Нормы дымности дизелей, тракторов и машин конкретных марок устанавливают в зависимости от

условного расхода воздуха  $G_v$ . Для этого на предприятиях, использующих машины и агрегаты с дизелями, и на каждом предприятии, проводящем их технический сервис, должен быть организован контроль дымности и величины выбросов вредных веществ ( $CO$ ,  $CH$  и  $NO_x$ ) отработавших газов автотракторных дизелей.

Базовыми документами по эксплуатационному контролю дымности и величины вредных выбросов отработавших газов дизелей, используемых на самоходных машинах и стационарных агрегатах в АПК, в дорожном строительстве и других отраслях являются:

– межгосударственный стандарт 17.2.2.02-98 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы определения дымности отработавших газов дизелей, тракторов и самоходных машин»;

– ГОСТ 21393-75 «Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений. Требования безопасности»;

– ГОСТ 17.2.2.05-97 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы определения выбросов вредных веществ с отработавшими газами дизелей, тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин».

### Заключение

Своевременное регламентное и заявочное диагностирование дизелей, в том числе по показателям дымности и величине выбросов вредных веществ отработавших газов, а также проведение соответствующих профилактических работ по воздухоочистителю, приводу ТНВД, форсункам, системе смазки, своевременный слив отстоя из топливных фильтров и другие стандартные и нестандартные работы технического обслуживания, позволяют поддерживать дымность, величину вредных выбросов, топливную экономичность и надежность работы дизелей в технико-экономически целесообразном диапазоне. Это реально осуществимо для большинства предприятий, использующих самоходные и стационарные машины, агрегаты с автотракторными дизелями и осуществляющие их технический сервис.

Повышенная дымность, величина вредных выбросов свидетельствует не только о неисправностях механизмов и систем дизеля, но и о неэкономичности его работы. Таким образом, контроль и восстановление оптимальной дымности и величины вредных выбросов отработавших газов автотракторных дизелей одновременно обеспечивают и сохранение их оптимальной топливной экономичности.

**Таблица 1. Дымность дизелей**

Режим измерения дымности	Предельно допускаемый натуральный показатель ослабления светового потока $K$ , $m^{-1}$	Предельно допускаемый коэффициент ослабления светового потока $N$ , %
Свободное ускорение коленчатого вала дизеля:		
без наддува	1,2	40
с наддувом	1,6	50
Максимальная частота вращения	0,4	15

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диагностика и техническое обслуживание машин: учеб. / А.В. Новиков [и др.]; под ред. А.В. Новикова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 340 с.

2. Колос, В.А. О критериях энергетической эффективности сельскохозяйственных технологий / В.А. Колос, В.Б. Ловкис // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. – Т. 42. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2008. – С. 13-19.

3. Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения дымности отработавших газов тракторных и комбайновых дизелей: межгосударственный стандарт 17.2.2.02-98.

4. Николаев, Е.В. Экологическая диагностика тракторов и самоходных машин / Е.В. Николаев, Н.С. Нистратова // Тракторы и сельхозмашины, 2012. – № 8 С. 44.

5. Транспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность

отработавших газов. Нормы и методы измерения: СТБ 2169-2011.

6. Технологическое руководство по контролю и регулировке дымности и токсичности отработавших газов дизелей тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин (дорожно-строительных и др.) / А. В. Колчин [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005.

7. Колчин, А.В. Обеспечение экологической безопасности и нормативной топливной экономичности тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин в эксплуатации / А.В. Колчин. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003 – 156 с.

8. Губертус, Г. Диагностика дизельных двигателей: серия «Автомеханик» / Г. Губертус; пер. с нем. Ю. Г. Грудского. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 176 с.

9. Измеритель дымности отработавших газов МЕТА-01 МП 01. ГТН ЛТК: руководство по эксплуатации. – Жигулевск, 2007.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 02.06.2015

УДК: 631.53.04:635

## МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАССЕТНОЙ РАССАДЫ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

**А.А. Аутко,**

*зав. НИЛ тепличного овощеводства НИИМЭСХ БГАТУ, докт. с.-х. наук, профессор*

**М.Б. Гарба,**

*аспирант каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ*

**А.А. Шупилов,**

*зав. каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ, канд. техн. наук, доцент*

*В статье приведен анализ технических средств для производства кассетной рассады в мировой практике. Предложена технологическая линия заполнения кассет субстратом и высева семян, разработанная в Белорусском государственном аграрном техническом университете, которая позволяет снизить затраты труда почти в 6 раз и повысить качество рассады. Показаны результаты работы линии в УП «Агрокомбинат «Ждановичи».*

*Ключевые слова: кассетная рассада, механизация, линия технологическая, тепличное овощеводство.*

*The article analyzes technical means for the production of the tape seedlings in the world. A production line of filling cartridges substrate and seeding made at the Belarusian State Agrarian Technical University, which reduces labor costs almost 6 times and increase the quality of seedlings. The results of the line in the UE "Agrokombinat" Zhdanovichi are presented".*

*Keywords: tray seedlings, mechanization, technological line, greenhouse, vegetable growing.*

### Введение

Во многих странах сегодня можно встретить предприятия с весьма узкой специализацией, в частности торфяные фирмы, компании, занимающиеся выращиванием рассады различных овощных культур, а также фирмы, выращивающие рассады разных культур – томата, огурца, перца, салата, капусты.

Специализация имеет ряд выгод, в частности, более высокие эффективность и уровень организации производства, снижение себестоимости рассады, увеличение урожайности возделываемых культур, рациональное использование труда, больше возможностей для разработки и внедрения новых усовершенствованных методов выращивания.