

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУХООЧИСТИТЕЛЕЙ С БУМАЖНЫМ ФИЛЬТР-ПАТРОНОМ В УСЛОВИЯХ РАБОТЫ НА ДВИГАТЕЛЕ

Денисенко А.Г., к.т.н., доц.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

Приведены результаты экспериментальных исследований штатного воздухоочистителя с бумажным фильтр-патроном СМД-14 и предочистителей: с моноциклоном, с инерционной решеткой и мультициклоном.

Введение. При испытании воздухоочистителей на двигателе оценивается взаимное влияние их друг на друга: с одной стороны влияние сопротивления воздухоочистителя и всего впускного тракта на мощность и экономичность работы двигателя, а с другой стороны влияние пульсаций воздушного потока и вибраций двигателя на процессы очистки элементов воздухоочистителя, его пылеемкость и прочность.

Кроме того, возможны ситуации, когда частоты собственных колебаний воздушного потока в воздухоочистителе совпадут с частотой всасывания и наступит резонанс, под действием которого может произойти разрушение фильтровальной бумаги, что приведет к резкому снижению моторесурса двигателя из-за прошедшей через поврежденный элемент пыли. Поэтому обязательно необходима проверка фильтр-патронов на резонанс пульсаций.

Цель и постановка задачи исследования. Испытания второго типа не стандартизованы и представляют значительные трудности, так как требуют разработки приборов, оборудования для испытаний и методики.

Установка состоит из воздухоочистителя, соединительного трубопровода с измерительным устройством и фильтром для улавливания пропущенной пыли, двигателя, установленного на тормозном электрическом стенде, пыледозирующего устройства, приборов для регистрации колебаний давления воздуха.

Объектами для исследований на двигателе были воздухоочистители с такими предочистителями: моноциклоном со щелями, моноциклоном с пылесборником, инерционной решеткой и мультициклоном.

В качестве генератора пульсаций может быть любой двигатель. Был выбран имеющийся в наличии двигатель СМД-14АН. Для исследований был взят воздухоочиститель этого двигателя, который и был установлен на нем. Он состоит из предочистителя – конического моноциклона с двумя открытыми пылевыбросными щелями и корпуса, в котором размещены коаксиально две бумажные кассеты: наружная и внутренняя.

Общая часть. При всех исследованиях воздухоочистителей применялась стандартная кварцевая пыль, дисперсный состав которой был приведен ранее.

Перед подачей ее в воздухоочиститель она также выдерживалась в течении часа в сушильном шкафу при температуре 105°C для лучшего распыливания и перемешивания с воздухом.

Благодаря усовершенствованию стенда для испытаний воздухоочистителей в постоянном потоке и разработке стенда для испытания воздухоочистителей в пульсирующем потоке, где генератором пульсаций является сам дизельный двигатель с его реальной амплитудно-частотной характеристикой пульсаций впервые удалось с необходимой точностью провести исследования работы воздухоочистителей на двух стендах, получить стабильные результаты, выполнить сопоставительный их анализ и дать практические рекомендации по их совершенствованию.

На рис.1 приведены результаты испытаний и исследований воздухоочистителей на двигателе – зависимость сопротивления воздухоочистителей от продолжительности работы до обслуживания при запыленности на входе $1 \cdot 10^{-3}$ кг/м³ до предельного сопротивления $7 \cdot 10^3$ Па (700 мм вод.ст.). Как видно из рис. 1, продолжительность работы штатного воздухоочистителя с моноциклоном с открытыми щелями составляет 13,5 часов, а на безмоторном стенде – продолжительность работы 16 часов. Таким образом, пульсации воздушного потока снижает продолжительность работы, по сравнению со стендовыми условиями, на 2,5 часа, или на 15,5%. Для установления причин этого снижения было проведено взвешивание кассет до запыления и после. Было установлено, что в условиях работы на двигателе через бумагу наружной кассеты проходит пыль, которая забивает внутреннюю кассету, что в общем, и сказывается на продолжительности работы всего воздухоочистителя.

Вопросу влияния пыли на износ и долговечность двигателей посвящены многочисленные исследования отечественные и зарубежные, ссылки на некоторые можно найти в монографиях [1-5], а также в статьях [6-14].

На рис. 1 также приведены результаты исследования воздухоочистителей с опытной наружной кассетой, оборудованной чехлом из пенополиуретана. Как видно из рис. 1, продолжительность работы до обслуживания воздухоочистителя при этой же запыленности на входе $1 \cdot 10^{-3}$ кг/м³ составила в этом случае 15,4 часа, что на 1,9 часа больше, по сравнению со штатными воздухоочистителями, или на 14% больше. Чехол при испытаниях задержал 0,506 кг пыли, а на кассету попало только 0,947 кг пыли и обслуживать кассету стало быстрее и удобнее, так как чехол обслуживается простым встряхиванием, а время продувки наружной кассеты снизилось в 1,6 раза по сравнению со временем обслуживания штатной кассеты без чехла.

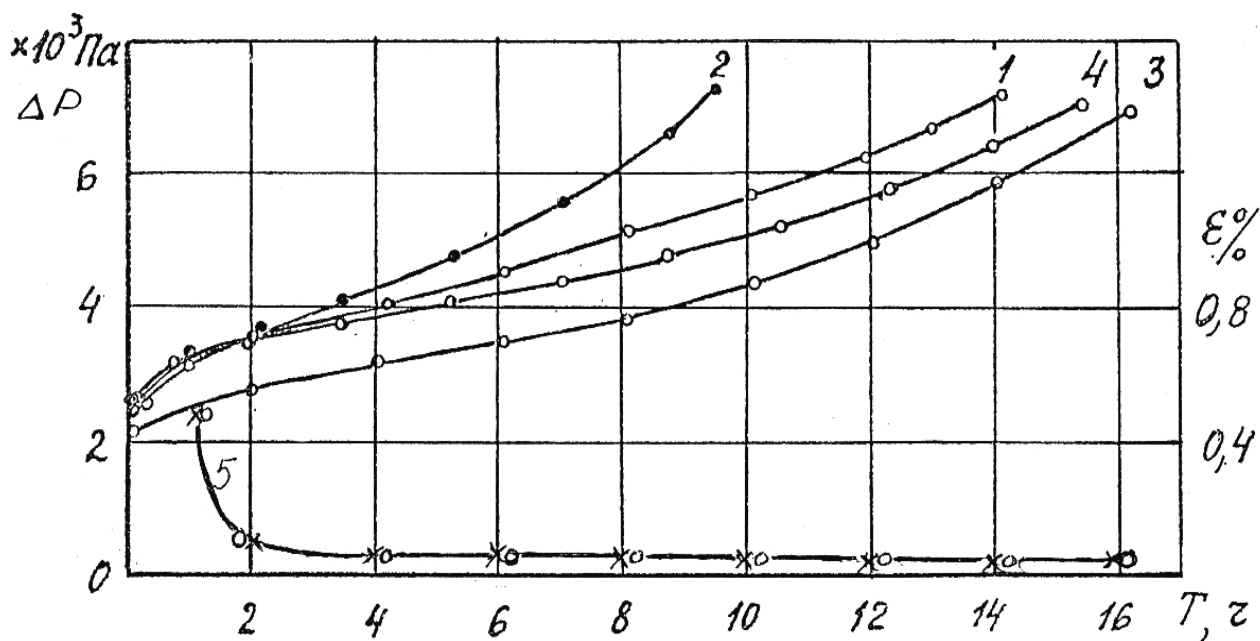


Рис. 1 – Характеристики воздухоочистителей на двигателе:

1 – штатного; 2 – штатного с подсосом; 3 – штатного на стенде; 4 – опытного с пористым элементом на кассете; 5 – коэффициент пропуска

Коэффициент пропуска пыли всего воздухоочистителя (рис. 1) при работе на стенде и двигателе практически одинаков и соответствует требованиям стандарта.

Таким образом, исследованиями установлено, что:

- пульсация воздушного потока снижает продолжительность работы воздухоочистителя до обслуживания на 15,5%, по сравнению с испытаниями на стенде. Это необходимо учитывать при установлении периодичности обслуживания на двигателе;

- поскольку одна наружная кассета пропускает пыль в условиях работы на двигателе, недопустима работа воздухоочистителя без внутренней предохранительной кассеты;

- в случае подсоса воздуха через негерметичный стык между торцом фильтрующего патрона и крышкой (клеевое соединение) продолжительность работы воздухоочистителя до обслуживания может снижаться на 32 %. На это было предложено обратить внимание заводу-изготовителю фильтр-патронов;

- установкой опытного чехла из пенополиуретана на наружную кассету штатного воздухоочистителя можно увеличивать продолжительность работы на двигателе всего воздухоочистителя до обслуживания на 14 % и снизить время обслуживания воздухоочистителя в 1,6 раза.

Выводы. Разработан стенд для испытания воздухоочистителей на двигателе также без пылевой камеры, замененной трубопроводом, длину которого определили аналитически, используя другую разработанную математическую модель. Этот стенд оборудован датчиками давления, усилителем и осциллографом для определения параметров пульсирующего

потока.

Были испытаны воздухоочистители в пульсирующем потоке с различными предочистителями, в результате которых впервые получено следующее:

- коэффициент пропуска моноциклона с пылесборником на номинальном расходе воздуха на двигателе равен 42%, а сопротивление воздуху равно 1760 Па;

- коэффициент пропуска моноциклона со щелями на номинальном расходе воздуха на двигателе очень велик и равен 80% вследствие захвата вновь выброшенной через щели пыли. Это доказано специальными опытами. Сопротивление воздуху равно 1760 Па;

- коэффициент пропуска инерционной решетки на номинальном расходе воздуха на двигателе равен 27 % при испытании ее в сборе с бумажным фильтром, а при испытании одной решетки он равен 10 %, что требует дальнейшей отработки и согласования ее с емкостью воздушного фильтра в сборе. Сопротивление воздуху равно 640 Па;

- коэффициент пропуска мультициклонного предочистителя на номинальном расходе воздуха, на двигателе равен 3,28 %, а сопротивление воздуху равно 1740 Па;

- продолжительность работы на двигателе воздухоочистителя с моноциклоном с пылесборником до сопротивления 7000 Па при запыленности 1 г/м^3 равна 13,16 час;

- продолжительность работы на двигателе воздухоочистителя с моноциклоном со щелями определить не удалось, т.к. необходима длительная подача пыли вручную, чтобы смоделировать условия работы на входе. Однако по коэффициенту пропуска этого моноциклона, который равен 80 % ориентировочно можно предполагать, что она составляет (8-9) часов.

- продолжительность работы на двигателе воздухоочистителя с инерционной решеткой до сопротивления 7000 Па при запыленности 1 г/м^3 равна 15 час.

- продолжительность работы на двигателе воздухоочистителя с мультициклоном до сопротивления 7000 Па при запыленности 1 г/м^3 равна 69,5 час.

- несмотря на значительные пульсации перепада давления после воздухоочистителя (от 4500 до 8000 Па), их отрицательное влияние на эффективность бумажного фильтра с двумя кассетами не обнаружено.

Список использованных источников

1. Григорьев, М.А. Износ и долговечность автомобильных двигателей [Текст] / М.А. Григорьев, Н.Н. Пономарев. – М.: Машиностроение, 1976. – 248 с.
2. Маев, В.Е. Воздухоочистители автомобильных и тракторных двигателей [Текст] / В.Е. Маев, Н.Н. Пономарев. – М., 1971. – 171 с.
3. Григорьев, М.А. Обеспечение надежности двигателей [Текст] / М.А. Григорьев, В.А. Долецкий.-М.: Изд-во стандартов, 1978. – 324 с.

4. Дьяков, Р.А. Воздухоочистка в дизелях [Текст] / Р.А. Дьяков. –Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1975. – 152 с.
5. Клячко, Л.С. Основы расчета процессов и аппаратов промышленной вентиляции [Текст] / Л.С. Клячко. –М.: Профиздат, 1962. –136 с.
6. Thomas, G.E. Ingested dust filters and diesel engine ring wear / G.E. Thomas, R.M. Culbert. // SAE Paper. 1968. – August 12-15. – № 680536. – 16 p.
7. Watson, C.E., Hanly F.J., Burchel V.W. // SAE journal. – 1955. - №6. – Pp. 321-326.
8. Nagy, J., Silniki Spalinowe. - 1973. - №3, - Pp. 30-31.
9. Coates, Z.A. Search for Perfect engine Air Cleaner. / Z.A. Coates, E.V. Tull // SAE Paper. – 1963. - №305 B. – 8 p.
10. Почтарев, Н.Ф. Влияние запыленности воздуха на износ поршневых двигателей [Текст] / Н.Ф. Почтарев. – М.: Воениздат, 1957. – 235 с.
11. Гуреев, В. Влияние улучшенных систем очистки воздуха и топлива на износ деталей двигателя [Текст] / В. Гуреев // Автомобил. пром-сть. – 1974. – №1. – С. 26-28.
12. Лахтин, Ю.Б. Исследование влияния эффективности очистки воздуха на износ деталей двигателей [Текст] / Ю.Б. Лахтин, Ю.В. Пустовалов // Тракторы и сельхозмашины. – 1971. – №11. – С. 6-8.
13. Proceeding of the Institution of Mechanical Engineers. – 1962. – V. 176, №10. – Pp. 152-158.
14. Денисенко, А.Г. Значение воздухоочистителей в увеличении моторесурса двигателей сельскохозяйственной техники [Текст] / А.Г. Денисенко // Вісн. Харк. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка. «Механізація с.-г. вир-ва». – Х.: ХНТУСГ, 2006. – Вип. 44. – С. 72-75.

Анотація

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВІТРООЧИСНИКІВ З ПАПЕРОВИМ ФІЛЬТР-ПАТРОНОМ В УМОВАХ РОБОТИ НА ДВИГУНІ

Денисенко А.

Наведено результати експериментальних досліджень штатного повітроочисника з паперовим фільтр-патроном СМД-14 і передочисників: з моноциклоном, з інерційною решіткою і мультициклоном.

Abstract

FEATURES AIR-PAPER FILTER CARTRIDGES IN IN TERMS OF THE ENGINE

A. Denisenko

The results of experimental studies of the original air filter with paper cartridge SMD-14 pre-bath: a monocyclone, with inertial lattice and multicyclones.