

**В.М. Капцевич<sup>1</sup>**, доктор технических наук, профессор

**П.С. Чугаев<sup>1</sup>**, старший преподаватель

**Д.М. Булыга<sup>2</sup>**, заведующий кафедрой

**И.В. Закревский<sup>1</sup>, В.К. Корнеева<sup>1</sup>**, старшие преподаватели

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный  
технический университет», г. Минск

<sup>2</sup>Государственное учреждение образования «Институт  
переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики  
Беларусь, пос. Светлая Роцца, Борисовский район, Минская область

## **МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОГНЕПРЕГРАЖДАЮЩЕЙ И ИСКРОГАСЯЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ИСКРОГАСИТЕЛЯ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены требования, предъявляемые к искрогасителям, и методики проведения исследования для определения основных характеристик искрогасителей, таких как пламе- и искрогасящая способность.

Анализ пожаров, возникающих в процессе эксплуатации сельскохозяйственной техники показывает, что создание чрезвычайных ситуаций начинается с образования искр, выбрасываемых с выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания [1]. Искры представляют собой горящие частицы, движущиеся в газовом потоке.

Согласно нормативно-правовым актам, действующим в Республике Беларусь, на системах выпуска отработанных газов двигателей самоходных шасси, косилок, тракторов, автомобилей, комбайнов должны быть установлены искрогасители [2]. Их отсутствие или неисправность приводит к серьезным и чрезвычайным последствиям, связанным с пожарами на полях во время уборки зерновых культур, заготовке грубых кормов, так как солома и ворох представляют собой легковоспламеняющуюся массу.

Искрогасители, устанавливаемые на выхлопные системы и обеспечивающие улавливание и тушение искр и продуктов сгорания, образующихся при работе двигателя, подразделяют на динамические и фильтрационные [3, 4]. В свою очередь, фильтрационные искрогасители, в которых выхлопные газы очищаются при прохождении через пористые перегородки, по типу пламегасящего элемента подразделяются на сетчатые и состоящие из гранулированного материала.

Для обеспечения эффективной и надежной работы к искрогасителям предъявляется ряд требований:

1. Они должны обладать пламегасящей и искрогасящей способностью. При работе искрогасителя необходимо, чтобы происходило уменьшение

скорости движения искр, их оседание на искроулавливающем материале или на корпусе искрогасителя. Кроме твердых горящих частиц искрогаситель должен обеспечивать тушение движущихся с газовым потоком горящих жидких частиц (остатков несгоревшего топлива и масла).

2. Искрогасители должны обеспечивать минимальный перепад давления в системе выпуска. При увеличении сопротивления движению потокам выхлопных газов происходит неполное очищение цилиндров двигателя от продуктов сгорания топлива, что, в свою очередь, приводит к падению мощности двигателя и увеличенному расходу топлива.

3. Искрогаситель должен обладать надежной конструкцией, что подразумевает его способность на протяжении длительного времени сохранять свои свойства в условиях вибрации, значительных перепадов температур и динамического воздействия газового потока.

В статье представлены методики проведения исследований искрогасителей, которые должны отвечать приведенным выше требованиям.

Испытания искрогасителей можно разделить на два типа: статические и динамические. При статических испытаниях проверяется правильность расчета конструкции устройства, а при динамических – определяется эффективность устройства.

**Методика исследования пламегасящей способности.** Для определения способности искрогасителя предотвращать зажигание используют испытательный стенд, представленный на рисунке 1 [3, 4].

Стенд состоит из двух цилиндрических камер (сгорания и контрольной). Камера сгорания снабжена штуцерами для подачи горючей газопаровоздушной смеси, размещения датчика давления, источника зажигания и имеет диаметр не менее 50 мм. Отношение длины камеры к ее диаметру должно быть не менее 30. Контрольная камера должна быть снабжена штуцером для размещения датчика давления. Необходимо, чтобы вместимость контрольной камеры превышала вместимость камеры сгорания не менее чем в 5 раз. Система устройств, обеспечивающих получение газопаровоздушной смеси, включает: смесительную камеру, испаритель, емкость с легковоспламеняющейся жидкостью, горючей жидкостью или горючим газом, воздушный компрессор, трубопроводы с вентилями.

Смесительная камера должна иметь вместимость, обеспечивающую заполнение камеры сгорания и контрольной камеры требуемой газопаровоздушной смесью при заданных для испытаний значениях давления и температуры.

В качестве источника зажигания используется проволока из нихрома диаметром 0,3 мм и длиной от 2 до 4 мм, пережигаемую электрическим током при подаче напряжения  $(40 \pm 5)$  В.

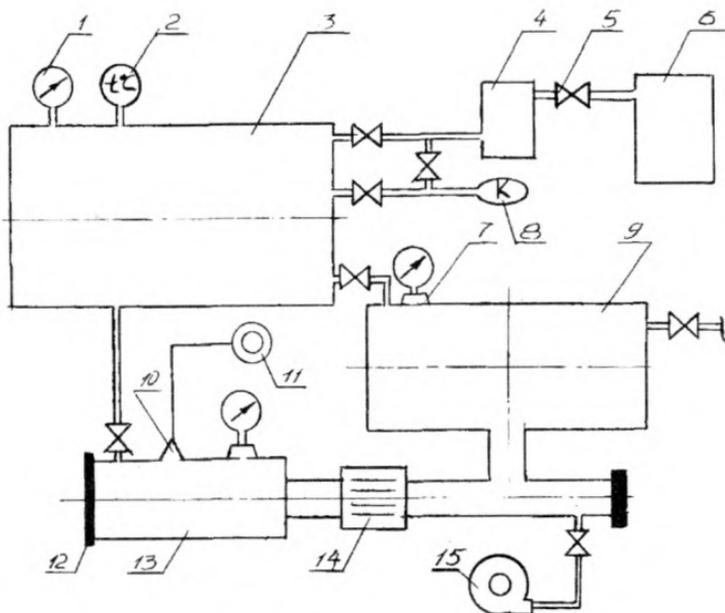


Рисунок 1 – Схема испытательного стенда для определения способности огнепреградителя локализовывать пламя и способности искрогасителя предотвращать зажигание:

- 1 – прибор регистрации давления; 2 – индикатор температуры; 3 – смесительная камера; 4 – испаритель; 5 – вентиль; 6 – емкость с ЛВЖ, ГЖ, ГГ;
- 7 – преобразователь давления; 8 – компрессор; 9 – контрольная камера;
- 10 – источник зажигания; 11 – источник электропитания;
- 12 – предохранительный клапан; 13 – камера сгорания;
- 14 – огнепреградитель; 15 – вакуумный насос

Стенд работает следующим образом. Огнепреградитель устанавливают и закрепляют на стенде таким образом, чтобы обеспечить герметичность испытываемого изделия и огневых камер. Проводят вакуумирование камер испытательного стенда до остаточного давления не более 5 кПа и подачу газопаровоздушной смеси из смесителя в камеру сгорания до требуемого давления. Газовую смесь выдерживают в камере сгорания в течение не менее 5 мин. Запускают устройства для измерения и регистрации давления во времени и включают источник зажигания в камере сгорания. Критерием воспламенения газопаровоздушной смеси в контрольной камере считают повышение в ней избыточного давления не менее чем в 2 раза по сравнению с первоначальным.

Способность искрогасителя к предотвращению зажигания, а также огнепреградителя к локализации пламени при его функционировании в атмосферных условиях допускается определять без контрольной

камеры сгорания. Процесс проскока пламени (искры) через пламегасящий элемент огнепреградителя (искрогасителя) фиксируют визуально по воспламенению бензина, используемого в качестве индикатора. Бензин наливают в поддон, который располагают непосредственно на выходе огнепреградителя (искрогасителя) у пламегасящего элемента.

Результаты испытаний считаются положительными, если в трех последовательных испытаниях не зафиксировано воспламенения газопаровоздушной смеси.

**Методика исследования искрогасящей способности.** Эффективность работы искрогасителя оценивают методами обнаружения вылета искр из выпускной системы двигателя внутреннего сгорания при имитации процесса образования искр [5].

Для проведения испытаний с целью оценки эффективности искрогашения используют: приспособление для создания и введения искр; бурый уголь марки Б2 типа В1 по ГОСТ 25543 – 300 г; сита лабораторные с диаметром 2,5 и 3,0 мм по ТУ 23.2.2067 и ТУ 23.2.2068; фотоаппарат со штативом; алюминиевую фольгу; газосварочный аппарат или паяльную лампу.

Испытания проводят в темное время суток на открытом воздухе. Перед испытанием к стенке выпускной трубы между выпускным коллектором и испытуемым искрогасящим устройством (искрогаситель, глушитель) приваривают переходной патрубком (рис. 2). Ось патрубка располагают горизонтально или с небольшим наклоном вниз. После этого стенку внутренней трубы рассверливают по диаметру, равному внутреннему диаметру патрубка.

Порцию измельченного бурого угля просеивают через сита с отверстиями диаметром 2,5 и 3,0 мм.

Из массы просеянных частиц готовят не менее пяти проб — по 600 частиц угля в каждой пробе.

Пробу угля засыпают в цилиндр приспособления, с обеих сторон закрывают кружками из алюминиевой фольги и устанавливают на резьбовую часть переходного патрубка.

Фотоаппарат устанавливают на штатив таким образом, чтобы в кадр попадал срез выхлопной трубы или все отверстия для выхода газов из искрогасителя.

С целью исключения повторной регистрации вылетающих искр из выпускной трубы, направленной вертикально вверх, на нее следует насадить колено такого же диаметра с наклоном не менее 30° (рис. 3).

Запускают двигатель и прогревают его до рабочей температуры охлаждающей жидкости.

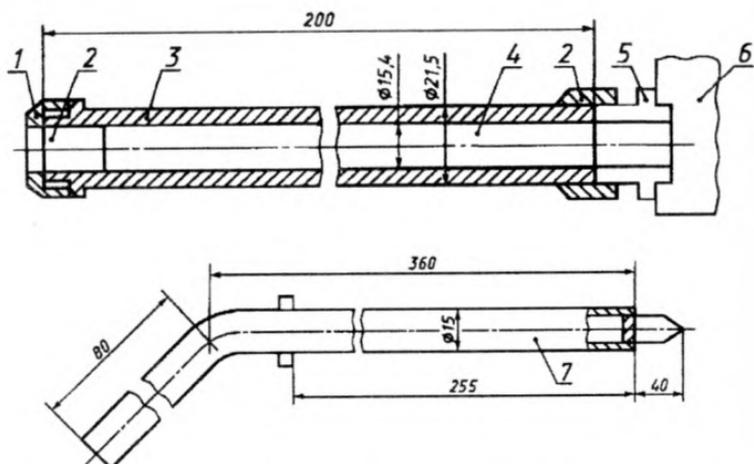


Рисунок 2 – Приспособление для создания и введения искр  
в выхлопную систему двигателя:

1 – гайка накидная; 2 – фольга; 3 – цилиндр; 4 – искрообразующий материал;  
5 – переходный патрубок; 6 – газовыхлопная система машины; 7 – поршень  
приспособления

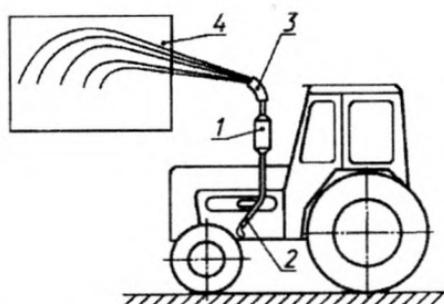


Рисунок 3 – Схема установки для оценки эффективности работы  
искрогасителя:

1 – искрогасящее устройство; 2 – устройство для ввода искр;  
3 – колено трубы; 4 – фотографируемый участок

Сварочной горелкой или паяльной лампой разогревают цилиндр, заполненный бурым углем, до красно-вишневого свечения металла, что соответствует температуре 600–650 °С.

После нагрева цилиндра приспособления двигатель трактора переводят на максимальное число оборотов. Поршень приспособления вставляют в цилиндр так, чтобы нож поршня прорезал алюминиевую фольгу с внешнего торца. Передвигают поршень по цилиндру с такой скоростью, чтобы в течение 4–5 с весь искрообразующий материал попал в выпускную систему двигателя.

Одновременно с началом движения поршня открывают затвор фотоаппарата.

Подсчитывают число искровых дорожек на фотографиях, определяя тем самым число искр, вылетевших из выпускной системы.

Эффективность гашения искр выпускной системой двигателя ( $\eta$ ) определяют по формуле

$$\eta = \frac{n_0 - n}{n_0},$$

где  $n_0$  – исходное число искр (600);

$n$  – число искр, вылетевших из выпускной трубы.

За показатель эффективности искрогашения принимают среднеарифметическое результатов пяти измерений. При  $\eta = 1$  достигается полное гашение искр, и выпускную систему считают безопасной. Если  $0,95 < \eta < 1$ , то выпускную систему считают условно безопасной.

Если  $\eta < 0,95$ , то выпускная система опасна в пожарном отношении.

**Заключение.** В статье сформулированы требования, предъявляемые к искрогасителям для обеспечения их эффективной и надежной работы. Рассмотрены методики проведения исследования для определения основных характеристик искрогасителей, таких как пламе- и искрогасящая способность.

#### *Список использованных источников*

1. Таубкин, С.И. Пожар и взрыв, особенности их экспертизы / С.И. Таубкин. – М.: ВНИИПО, 1999. – 600 с.

2. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для объектов сельскохозяйственного производства: ППБ 2.36-2008. – Введ. 01.02.09. – Минск, 2009. – 78 с.

3. Огнепреградители сухие и искрогасители. Общие технические требования. Методы испытаний НПБ 34-2002. – Введ. 01.01.2003. – Минск: НИИГБиЧС, 2003. – 15 с.

4. Огнепреградители и искрогасители. Общие технические требования. Методы испытаний НПБ 254-99. – Введ. 01.11.99. – М.: ГУГПС МВД России, 1999. – 16 с.

*Поступила 24.03.2015*