

Капцевич В.М.¹, доктор технических наук, профессор;
Лисай Н.К.², генеральный директор РО «Белагросервис», кандидат
технических наук, доцент;

Чугаев П.С.¹, **Булыга Д.М.**³, зав. кафедрой,
Закревский И.В.¹, **Корнеева В.К.**¹

¹) УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск

²) РО Белагросервис, г. Минск, Республика Беларусь

³) Государственное учреждение образования «Институт
переподготовки и повышения квалификации» МЧС Республики
Беларусь, п. Светлая роща, Борисовский район

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СЕТЧАТЫЙ ИСКРОГАСИТЕЛЬ ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Сформулированы требования, предъявляемые к искрогасителям для обеспечения их эффективной и надежной работы. Предложена новая конструкция универсального сетчатого искрогасителя. Проведены его натурные испытания. Испытания показали, что разработанный сетчатый искрогаситель удовлетворяет предъявляемым к нему требованиям для обеспечения эффективной и надежной его работы.

Ключевые слова: сетчатый искрогаситель, пожары, мобильная сельскохозяйственная техника, натурные испытания.

Annotation. Requirements for a spark arrester to ensure their efficient and reliable operation are formulated. New universal spark arrester mesh structure is proposed. Its full-scale tests conducted. Tests have shown that the developed mesh spark arrester meets its requirements to ensure efficient and reliable operation.

Keywords: mesh spark arrester, fire, mobile agricultural equipment, full-scale tests.

Введение. Анализ пожаров в Республике Беларусь при работе мобильной техники на сельскохозяйственных объектах при уборке, переработке и хранении урожая в 2015 г. показывает, что многие из требований ТНПА [1] не выполнялись или выполняются частично.

Причины возникновения пожаров на сельскохозяйственной технике объясняются либо отсутствием искрогасителей, либо не находят объяснений. Можно предположить с большой вероятностью, что причинами возникновения последних могли быть отсутствие искрогасителя, либо его неисправность или неправильная эксплуатация.

В начале августа 2015 г. произошло возгорание стерни в поле у деревни Збураж Брестской области [2]. Огонь повредил 3 га пшеницы на корню и 5 га стерни. Причина пожара устанавливается. Рассматриваются версии неосторожного обращения с огнём со стороны неустановленного лица и отсутствия искрогасителя на технике, участвовавшей в уборке.

В августе в СПК «Красный боец» Кировского района Могилевской области при проведении уборочных работ произошло возгорание зерноуборочного комбайна. Автор статьи [3] отмечает, что сельскохозяйственная техника может быть допущена к работе только после тщательной регулировки систем питания, зажигания и смазки. Помимо других противопожарных мероприятий подчеркивается необходимость оборудования выхлопных труб двигателей машин надежными искрогасителями.

Основная часть. Искрогасители, устанавливаемые на выхлопные системы и обеспечивающие улавливание и тушение искр и продуктов сгорания, образующихся при работе двигателя, должны отвечать ряду требований:

1. Искрогасители должны обладать пламегасящей и искрогасящей способностью. При работе искрогасителя необходимо обеспечить уменьшение скорости движения искр, их оседание на искроулавливающем материале или на стенках корпуса искрогасителя, и одновременно с этим, тушение горящих жидких частиц (остатков несгоревшего топлива и масла), движущихся с газовым потоком.

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.

По способу гашения искр искрогасители подразделяются на:

– динамические, в которых выхлопные газы очищаются от искр под действием сил тяжести и инерции;

– фильтрационные, к которым относятся сетчатые искрогасители и в которых выхлопные газы очищаются при прохождении через сетчатые пористые перегородки.

Динамические искрогасители имеют ряд недостатков: сложность конструкции, большая масса, малая эффективность искрогашения.

Недостатком фильтрационных сетчатых искрогасителей является быстрая прогораемость пористой среды при повышенных температурах.

Для устранения основного недостатка такого искрогасителя нами предложено в качестве фильтрующего материала использовать стальные плетеные металлические сетки, на проволочную основу которых нанесен слой жаростойкого материала методом алитирования [4]. Данный материал обладает большей жаростойкостью, чем обычный сетчатый материал.

Известно [5], что оптимальный перепад давления ΔP на системах глушения выхлопных газов в зависимости от режимов работы двигателя изменяется в диапазоне от 15 до 60 кПа. При проектировании искрогасителя следует учитывать, что его установка приведет к увеличению этого перепада давления. Будем считать, что допустимый перепад давления ΔP на искрогасителе не должен превышать 6 – 10 кПа.

Определим значение перепада давления газа ΔP в зависимости от площади сетчатого материала S , состоящего из одного пакета сеток, используя выражение [6]:

$$\Delta P = \frac{27(l-d)^2 a \mu n V_{\text{ц}}}{ld^2 S}.$$

где: d – диаметр проволоки, м; l – шаг плетения, м; a – количество сеток в сетчатом пакете; n – частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин; $V_{\text{ц}}$ – объем цилиндра двигателя, м³; μ –

кинематическая вязкость, $\text{м}^2/\text{с}$; S – площадь поверхности сетчатого пакета, м^2 .

Уравнение позволяет устанавливать взаимосвязь между перепадом давления и площадью сеток пакета искрогасителя в зависимости от диаметра проволоки и шага плетения сетчатого материала, а также характеристик двигателя, а именно, объема цилиндров двигателя и частоты вращения коленчатого вала.

Рассмотрим случай, когда искрогаситель выполнен из трех пакетов сеток, последовательно расположенных один за другим в его корпусе. Рассчитаем для этого случая зависимость изменения перепада давления ΔP_{Σ} от площади сеток пакетов и их структурных параметров (d, l). На рисунке 1 приведены результаты этих расчетов.

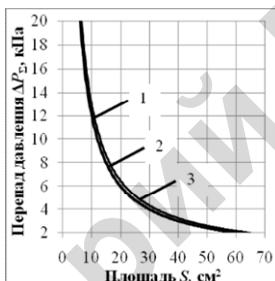
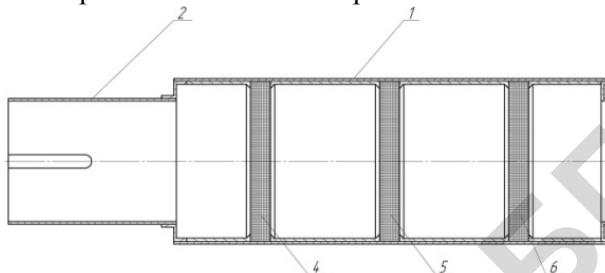


Рисунок 1 – Зависимость перепада давления ΔP_{Σ} на сетчатом искрогасителе (три пакета сеток) от его площади S для различных типов двигателей 1 – двигатель СМД 62/64; 2 – двигатель Д 260; 3 – двигатель Д 240

Анализ графической зависимости показывает, что для получения допустимого перепада давления площадь сетчатого материала составляет $12 - 20 \text{ см}^2$, а перепад давления на нем практически не зависит от типа двигателя. Это позволяет прийти к заключению, что искрогаситель, выполненный из трех пакетов сеток, является универсальным и может быть использован на различных двигателях сельскохозяйственной техники.

Кроме того, при обосновании площади пакетов следует учитывать, что в процессе работы имеется вероятность частичной блокировки пор сетки сажистыми загрязнениями. В этой связи, считаем необходимым дополнительно увеличить площадь пакетов в 4–6 раз. Тогда для обеспечения данного перепада давления (6–10 кПа) на искрогасителе необходимо выбрать площадь пакетов сеток, равной $72 - 80 \text{ см}^2$.

На основании проведенных лабораторных исследований и в соответствии с рекомендациями [7, 8, 9] разработана новая конструкция [10] и был изготовлен натурный образец сетчатого искрогасителя. Искрогаситель (рисунок 2) состоит из корпуса 1, входного 2 и выходного 3 патрубков, трех сетчатых пакетов 4, 5, 6, каждый из которых выполнен из трех сеток.



1 – корпус, 2 – входной, 3 – выходной патрубки и 4, 5, 6 – сетчатые пакеты
Рисунок 2 – Схема натурального образца сетчатого искрогасителя

Натурные испытания искрогасителей проводились в ГП «Мостовская сельхозтехника» Мостовского района Гродненской области. Особенностью испытаний является проведение их на работающей мобильной сельскохозяйственной технике на сельскохозяйственных объектах.

Искрогаситель с тремя пакетами алитированных сеток был установлен на тракторе МТЗ-82 (рисунок 3), который выполнял работы по транспортировке урожая пшеницы, агрохимические работы по известкованию кислых почв и внесению удобрений.



Рисунок 3 – Искрогаситель (выхлопная система МТЗ-80)

Испытания подтвердили работоспособность искрогасителя в реальных условиях при работе мобильной сельскохозяйственной техники на сельскохозяйственных объектах. Искрогаситель обеспечивает задержку и гашение искр и пламени в выхлопной системе двигателей внутреннего сгорания, не снижает мощность двигателя транспортного средства

Заключение. В работе рассмотрены требования, предъявляемые к искрогасителям для обеспечения их эффективной и надежной работы. Предложена и апробирована новая конструкция универсального сетчатого искрогасителя. Проведенные натурные испытания подтвердили работоспособность данной разработки.

Список использованной литературы

1. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь: ППБ Беларуси 01-2014. – Введ. 01.06. 2014. – Минск, 2014. – 200 с.
2. Режим доступа <http://greenbelarus.info/articles/06-08-2015/oranzhevyu-uroven-opasnosti-ogon-dobralysya-do-pshenicy-v-polyah>. - Дата доступа: 07. 08. 2015.
3. Режим доступа http://mchs.gov.by/rus/main/events/region/print/~year_m22=2015~page_m22=32~news_m22=53508 Дата доступа: 20.07.2015
4. Рябов, В.Р. Алюминирование стали / М.: Металлургия, 1973. 240 с.
5. Выхлопная система, глушители [Электронный ресурс] / авт. проекта Platform. - 2013. – Режим доступа: <http://dragonsraceclub.forum2x2.ru/t91-topic>. – Дата доступа: 21.01.2014.
6. Капцевич, В.М. Расчет сетчатого искрогасителя для двигателя внутреннего сгорания / В.М. Капцевич, П.С. Чугаев, В.К. Корнеева, И.В. Закревский // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева 2015. -№2 – С.47-52
7. Глушитель-искрогаситель: пат. 2067189 Российская Федерация, МПК F 01 N 1/08 / Р.Г. Нурулин, В.А. Данилов, А.Х. Зимагулов. – № и 5049479/06; заявл. 25.06.1992; опубл. 27.09.1996 // Официальный бюл. / Федер. институт промышл. собственности. – 1996. - № 27. – С. 7
8. Искрогаситель для двигателя внутреннего сгорания : пат. 2169273 Российская Федерация МПК F 01 N 3/06 / С.Т. Латыпов, Г.Г. Гафуров, А.Р. Гилязитдинова, С. Ю. Луконин. – № и 2000102963/06; заявл. 07.02.2000; опубл. 20.06.2001 // Официальный бюл. / Федер. институт промышл. собственности. – 2001. - № 17. – С.4
9. Искрогаситель : пат. 2051716 Российская Федерация, МПК А 62 С 3/04 / Ю.В. Плаксин, Е.Н. Филонов. - № и 4832984/12; заявл. 30.05.1990; опубл. 10.01.1996 // Официальный бюл. / Федер. институт промышл. собственности. – 1996. – № 1. – С.5.
10. Искрогаситель: пат. 10792 Республика Беларусь, МПК F 01N 3/06 / Капцевич В.М., Сигневич В.В., Булыга Д.М., Чугаев П.С., Лисай Н.К., Закревский И.В. – № и 20150122; заявл. 06.04.2015; опубл. 30.10.2015.