

УДК 621.43

**ПРИМЕНЕНИЕ И РАСЧЕТ СЕТЧАТЫХ ИСКРОГАСИТЕЛЕЙ ДЛЯ
МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

*А.С. Петрович – магистрант БГАТУ
Научные руководители – д.т.н., профессор В.М. Капцевич,
ст. преподаватель П.С. Чугаев*

Согласно нормативно-правовым актам, действующим в Республике Беларусь [1], на системах выпуска отработанных газов двигателей самоходных шасси, косилок, тракторов, автомобилей, комбайнов должны быть установлены искрогасители. Их отсутствие или неисправность приводит к серьезным и чрезвычайным последствиям, связанным с пожарами на полях во время уборки зерновых культур, заготовке грубых кормов, т. к. солома и ворох представляет собой легковоспламеняющуюся массу.

Авторы [2] утверждают, что при сгорании 100 кг дизельного топлива в двигателе образуется примерно 150 г нагара. Если двигатель не отрегулирован и масло попадает в камеру сгорания, то оно также может быть источником образования нагара. При этом масло по сравнению с дизельным топливом способствует образованию большого количества нагара. Возрастанию образования нагара способствует присутствие в масле металлической и минеральной пыли.

Вибрация двигателя и машины в целом приводит к периодическому отрыву кусочков нагара и выбросу их с потоком выхлопных газов в атмосферу в виде горящих частиц – искр.

Образующиеся искры, могут быть различных размеров и начальной температуры. Очевидно, что, чем больше частица и выше ее температура, тем больше вероятность возникновения пожара. Так, в работах [2-3] приводятся следующие данные: искра диаметром 2 мм пожароопасна, если имеет температуру 1000 °С, диаметром 3 мм – 800 °С, а диаметром 5 мм – 600 °С.

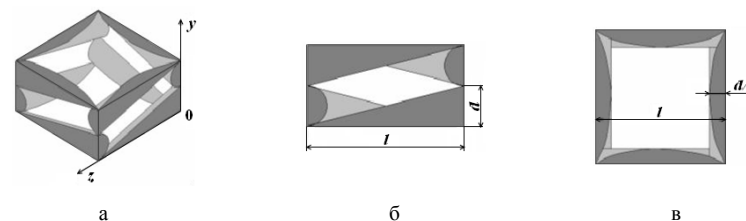
Искрогасители, устанавливаемые на выхлопные системы и обеспечивающие улавливание и тушение искр и продуктов сгорания, образующихся при работе двигателя, подразделяют на динамические и фильтрационные. В свою очередь фильтрационные, в которых выхлопные газы очищаются при прохождении через пористые перегородки,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

Сетчатые искрогасители обладают рядом преимуществ: низким гидродинамическим сопротивлением, несложной конструкцией и простотой обслуживания.

Для построения модели сетчатого искрогасителя будем учитывать, что основными структурными параметрами сетчатого материала являются диаметр проволоки d и шаг плетения l , а сам материал представляет собой сетчатый пакет, состоящий из нескольких сеток, уложенных стопкой одна на другую. В рассматриваемом случае площадь сетчатого пакета является конструкционным параметром искрогасителя, а расход выхлопных газов Q определяется объемом цилиндров двигателя $V_{ц}$ и частотой вращения коленчатого вала n . Для четырехтактного двигателя взаимосвязь между Q , $V_{ц}$ и n определяется соотношением

$$Q = \frac{V_{ц} n}{2}. \quad (1)$$

При расчете структурных и гидродинамических свойств сетчатого пакета воспользуемся результатами работы [4]. В ней для расчета свойств объемно-сетчатого материала, которым является сетчатый пакет, использовался подход, основанный на построении элементарной ячейки, выделяемой из регулярной упаковки структурных элементов пористого тела. Модель такой элементарной ячейки в виде прямоугольного параллелепипеда для объемно-сетчатого материала, выделенного из сетчатого пакета, представлена на рисунке 1. Размеры характеризуются диаметром проволоки d и шагом плетения проволоки в сетке l .



а – общий вид; б – вид сбоку; в – вид сверху

Рисунок 1 – Модель элементарной ячейки объемно-сетчатого фильтрующего материала

Для такой модели были рассчитаны [4] структурные свойства: зависимость пористости Π и размера пор d_p , а также гидродинамические свойства — вязкостный коэффициент проницаемости k_d от значений d и l :

$$\Pi = 1 - \frac{\pi d}{4l}; \quad (2)$$

$$d_{\Pi} = l - d; \quad (3)$$

$$k_{\mu} = \frac{ld^3}{54(l-d)^2}. \quad (4)$$

Рассмотрим течение газового потока через сетчатый пакет, состоящий из a слоев сетки. Для этого воспользуемся законом Дарси [4].

$$Q = \frac{k_{\mu} \Delta P}{\mu H} S, \quad (5)$$

где Q – расход газа, м³/с;

k_{μ} – коэффициент проницаемости, м²;

ΔP – перепад давления на сетчатом пакете, Па;

μ – кинематическая вязкость, м²/с;

H – толщина сетчатого пакета, м;

S – площадь поверхности сетчатого пакета, м².

Из выражения (5) определим значение перепада давления ΔP на сетчатом пакете.

$$\Delta P = \frac{\mu Q H}{k_{\mu} S} \quad (6)$$

Используя выражения (1), (4) и учитывая, что толщина сетчатого пакета состоящего из a слоев сетки, равна $H = a \cdot d$ выразим значение ΔP следующим образом:

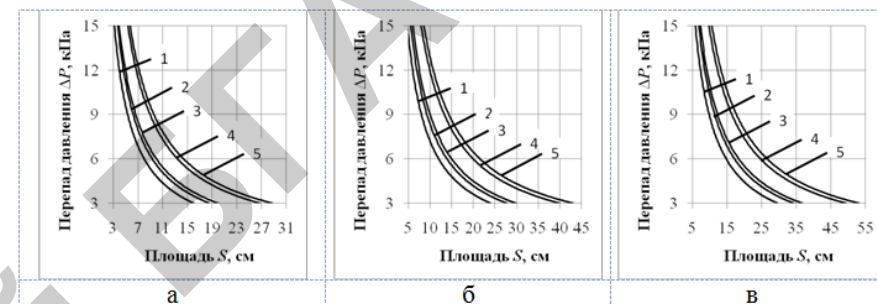
$$\Delta P = \frac{27(l-d)^2 a \mu n V_{\Pi}}{l d^2 S}. \quad (7)$$

Уравнение (7) позволяет устанавливать взаимосвязь между перепадом давления ΔP и площадью сетчатого пакета S искрогасителя в зависимости от диаметра проволоки d и шага плетения l сетчатого материала, а также характеристик двигателя, а именно, объема цилиндров двигателя V_{Π} и частоты вращения коленчатого вала n .

Используя полученное выражение (7) установим взаимосвязь перепада давлений ΔP от площади сетчатых пакетов S для различных типов двигателей (таблица) и возможных вариантов искрогасителей. Рассмотрим пять

вариантов искрогасителей, каждый из которых представляет собой пакет из трех сеток с различными значениями диаметров d и шагами плетения l .

Результаты расчетов, выполненные для различных вариантов искрогасителей и типов двигателей представлены на рисунке 2.



а – двигатель Д 240; б – двигатель Д 260; в – двигатель СМД 62/64; 1 – $l = 880$ мкм, $d = 250$ мкм; 2 – $l = 1350$ мкм, $d = 350$ мкм; 3 – $l = 90$ мкм, $d = 215$ мкм; 4 – $l = 70$ мкм, $d = 170$ мкм; 5 – $l = 150$ мкм, $d = 550$ мкм.

Рисунок 2 – Зависимость перепада давления ΔP на сетчатых пакетах от их площади S для различных типов двигателей и вариантов искрогасителей

Представленные на рисунке 2 зависимости позволяют определять площадь сетчатого пакета в зависимости от перепада давления на искрогасителе для рассмотренных типов двигателей и могут служить основой для проектирования сетчатых искрогасителей.

Несмотря на проведение многочисленных противопожарных мероприятий, ежедневно в мире происходят тысячи небольших и десятки крупных пожаров и взрывов, в том числе и от искр системы выпуска выхлопных газов сельскохозяйственной и автотракторной техники, которые становятся причиной экологических катастроф, человеческих жертв и наносят значительный материальный ущерб. Поэтому использование искрогасящих устройств на объектах и технике, занятой в уборке, переработке и хранении урожая является актуальным и необходимым.

Список использованной литературы

1. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для объектов сельскохозяйственного производства: ППБ 2.36-2008. – Введ. 01.02.09. – Минск, 2009. – 78 с.
2. Таубкин, С.И. Пожар и взрыв, особенности их экспертизы / С.И. Таубкин. – М.: ВНИИПО, 1999. – 600 с.
3. Расследование пожаров: пособие для работников Госпожнадзора. – М.: ВНИИПО, 1993. – 2 ч.
4. Витязь, П.А. Фильтрующие материалы: свойства, области применения, технология изготовления / П.А. Витязь, В.М. Капцевич, Р.А. Кусин. – Минск: НИИ ПМ с ОП, 1999. – 304 с.