

А.Ю. Бугаёв, преподаватель, НУГЗУ

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВЕСА ВОЗДУХА
НА ПОКАЗАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО ДИАМЕТРА
ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЯ С ЦЕЛЮ УМЕНЬШЕНИЯ
ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ «КРАЕВОГО ЭФФЕКТА»**

(представлено д-ром техн. наук Кривцовой В.И.)

Рассмотрено влияние изменения молекулярного веса воздуха на размер диаметра корпуса огнепреградителя с возможностью его выбора для уменьшения вероятности возникновения «краевого эффекта».

Ключевые слова: производственная безопасность, защита производственного оборудования, огнепреградитель, насадка огнепреградителя, проскок пламени, «краевой эффект», молекулярный вес воздуха, корунд, кольца Рашига, стеклянные шарики.

Постановка проблемы. Ущерб от аварии может быть значительно уменьшен, если исключить возможность распространения пламени, возникшего в одном из аппаратов, в другие аппараты данного производства по технологическим коммуникациям. Задачу по недопущению распространения пламени по технологическим коммуникациям выполняют защитные устройства – огнепреградители [1].

Огнепреградитель – устройство, свободно пропускающее поток газопаровоздушной смеси или жидкости через пламегасящий элемент и способствующее локализации пламени [2]. Пламегасящие элементы огнепреградителей подразделяются на трубчатые, сетчатые, элементы из гранулированного материала и кассетные элементы. Расчет пламегасящих элементов базируется на нахождении критического диаметра каналов, позволяющего разбить пламя на маленькие струйки и добиться эффекта, когда тепловыделение пламени при горении газопаровоздушной смеси будет меньше чем теплотери в пламегасящем элементе огнепреградителя, с последующим нахождением размеров пор, гранул и размеров ячеек сетки.

Очевидно, что при трубках одинакового диаметра пламя пройдет по центральным из них, так как боковые трубки будут более интенсивно охлаждаться, поэтому расчет всего огнепреградителя (критические диаметры огнегасящего элемента, диаметр корпуса) будет вестись ориентировочно к центру огнегасящего элемента [3]. Выбор для расчета пламегасящего элемента в основном зависит от свойств горючих газобразных смесей. Особенно сложно локализовать пламя быстрогорящих смесей (все смеси горючих паров и газов с кислородом), а также воздушных смесей водорода и некоторых газов имеющих высокую

скорость горения. Для этого используются насадки из гранулированных материалов, песка, корунда, колец Рашига. В таких насадках всегда возникает вероятность наличия хотя бы одного из каналов, размер которого больше гасящего. Особенно возникает вероятность образования больших каналов между стенкой корпуса огнепреградителя и насадкой, с возникновением так называемого «краевого эффекта» – пропуск пламени между корпусом и насадкой огнепреградителя [1].

Анализ последних достижений и публикаций. Ряд авторов [1, 2], предлагает уменьшение «краевого эффекта» при помощи увеличения толщины слоя (диаметра) огнегасящей насадки. В описании свидетельства к авторскому изобретению [4], предлагается в целях исключения «краевого эффекта» использовать слой маловязкой магнитной жидкости размещенной непосредственно к поверхности корпуса удерживаемой постоянными магнитами установленными на внешней поверхности огнепреградителя, причем периферийные гранулы насадки наполовину утоплены в слой магнитной жидкости. Однако выше изложенные работы не рассматривают влияние изменения молекулярного веса воздуха на расчёт диаметра корпуса огнепреградителя.

Постановка задачи и ее решение. Целью работы является исследование особенностей влияния молекулярного веса воздуха на внутренний диаметр корпуса огнепреградителя с насадкой из сыпучих материалов, с последующим уменьшением вероятности возникновения «краевого эффекта».

В работах [5-7] исследован вопрос, влияния изменения молекулярного состава воздуха на критический диаметр огнепреграждающего элемента и его пропускную способность. Рассмотрим влияние изменения молекулярного веса воздуха на диаметр огнепреградителя, предположив, что при изменении диаметра огнепреградителя, происходит уплотнение прилегания оболочки огнепреградителя к его насадке.

Диаметр огнепреградителя определяется по формулам:

- для огнепреградителя с трубчатой насадкой

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\omega_{\phi}}}; \quad (1)$$

- для огнепреградителя с насадкой из сыпучих материалов

$$D = \max; \left[\sqrt{\frac{4Q}{\pi\omega_{\phi}}}; 20 * d_{zp} \right], \quad (2)$$

где D – диаметр огнепреградителя; Q – расход горючей смеси м³/сек; π – число пи равное 3,14; ω_{ϕ} – фиктивная скорость потока газовой смеси;

d_{sp} – диаметр гранул сыпучего материала.

Расчет критического диаметра трубки и сыпучих материалов используемых в насадках огнепреградителя основывается на том, что на приделе гашения пламени газопаровоздушных смесей в трубках малого диаметра критерий Пекле приобретает постоянное значение [11]

$$Pe = 65, \quad (3)$$

где Pe – критерий Пекле.

Абсолютное значение критерия Пекле для различных парагазовоздушных смесей [12] величина индивидуальная с разбросом числовых показателей от 46 до 99. Основываясь на том, что критерий Пекле это основной числовой показатель используемый при расчете огнепреградителя, построим график зависимости диаметра корпуса огнепреградителя от критерия Пекле (рис. 1).

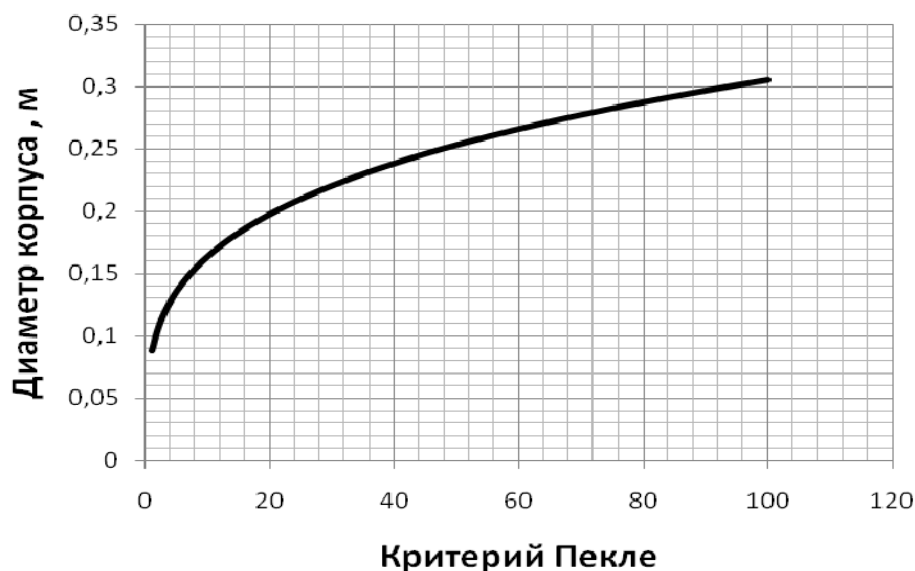


Рис. 1. Зависимость диаметра корпуса огнепреградителя от критерия Пекле

График представляет собой возрастающую ветвь параболы, показывающий что с увеличением критерия Пекле увеличивается и диаметр корпуса огнепреградителя.

Средний молекулярный вес воздуха равен 28,98 г/моль но данный показатель не постоянен [10], и может меняться в пределах десяти процентов в зависимости от влияния различных внешних факторов (загазованность в городе, наличие влажности в воздухе, изменение температуры окружающей среды). Построим зависимость диаметра огнепреградителя от изменения молекулярного веса воздуха (рис. 2).

Зависимость на графике убывающая, показывающая, что с возрастанием молекулярного веса воздуха происходит уменьшение диаметра корпуса огнепреградителя.

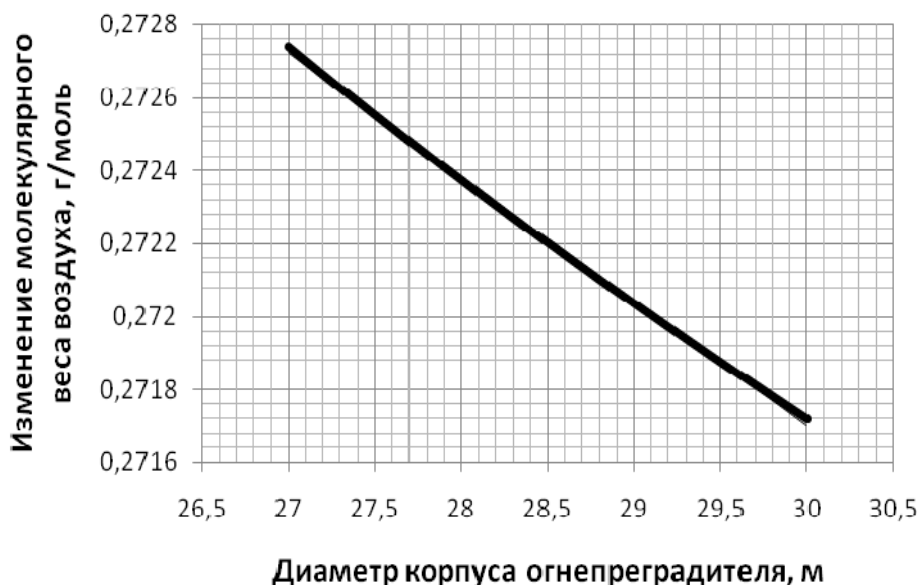


Рис. 2. Зависимость диаметра корпуса огнепреградителя от изменения молекулярного веса воздуха

Предположив, что вероятность отклонения среднего молекулярного веса воздуха от значения 28,98 г/моль подчиняется нормальному закону распределения [5], со среднеквадратическим отклонением равным 10% его средней величины, т.е. 2,898 г/моль. Построим график дисперсии (рис 3.), найдем доверительные интервалы, определим верхние и нижние границы изменения диаметра корпуса огнепреградителя, при изменении молекулярного веса воздуха (рис. 4.) по Гауссовской статистике объемом 350, случайной величиной является средний молекулярный вес воздуха.

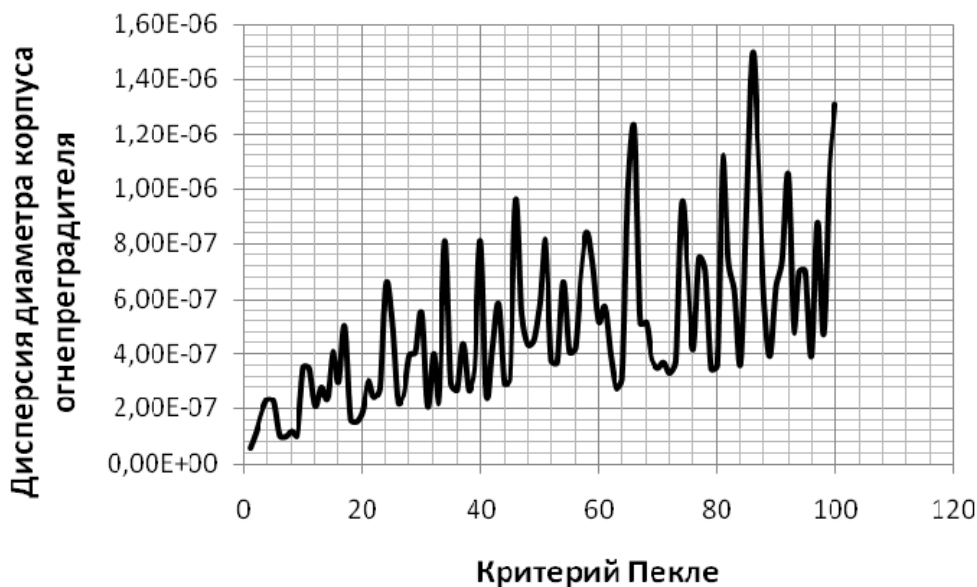


Рис. 3. Зависимость дисперсии диаметра корпуса огнепреградителя от значения Пекле при изменении молекулярного веса воздуха в области 10%

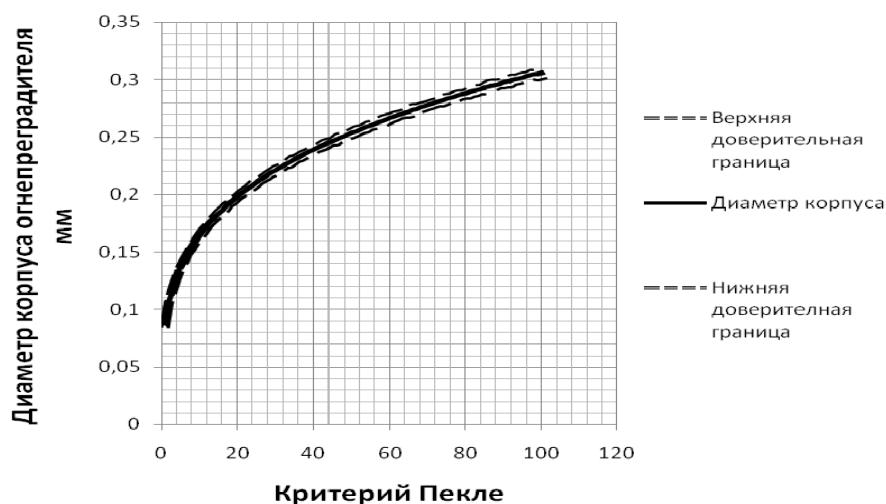


Рис. 4. Зависимость верхних и нижних доверительных границ огнепреградителя при изменении молекулярного веса воздуха в области 10%

Выводы. Полученные в работе нижние и верхние доверительные границы диаметра корпуса огнепреградителя, установленного на трубопроводе по транспортировке ацетилену при давлении 100 кПа, находящиеся в пределах $[0,269032407; 0,275052165]$ с дисперсией $1,01 \cdot 10^{-06}$, дают возможность уменьшения диаметра корпуса огнепреградителя, от полученного нами расчетного его значения, равного 0,272 м до 0,269 м, с целью уменьшения возможности возникновения проскока пламени между стенкой корпуса огнепреградителя и насадкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водяник В.И. Взрывозащита технологического оборудования / Водяник В.И. – М.: Издательство «Химия», 1991. – 253 с.
2. ГОСТ Р 53323-2009. Огнепреградители и искрогасители. Общие технические требования. Методы испытаний. – Национальный стандарт Российской Федерации. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 февраля 2009 г. № 99-ст – [Электронный ресурс], http://pozhprouekt.ru/nsis/Gost_r/53323.pdf (дата обращения: 13.09.2014).
3. Алексеев М.В. Предупреждение пожаров от технологических причин / Алексеев М.В. – М.: Издательство Министерства Коммунального Хозяйства РСФСР, 1963 г. – 199 с.
4. Пат. 4860359/12 Государственное Патентное Ведомство СССР, SU 1790953 A1, А 62 С 4/00. Огнепреградитель / Левицкий Б.Ф.; заявитель и патентообладатель Львовский политехнический институт им. Ленинского комсомола. – № 4860359/12; заявл. 20.08.90; опубл. 30.01.93, Бюл. №4. – [Электронный ресурс], <http://patentdb.su/3-1790953-ognepregraditel.html> (дата обращения: 05.01.2015).
5. Тесленко А.А. Надежность огнепреградителя и средний молекулярный вес воздуха [текст] / А.А. Тесленко, А.Ю. Бугаёв, А.Н. Роянов,

В.В. Олейник // Проблемы пожарной безопасности. Вып. 34. – Харьков: НУГЗУ, 2013. – С. 156-160. – Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol34/teslenko.pdf>.

6. Бугаёв А.Ю. Зависимость критического диаметра огнепреградителя, установленного на аммиакопроводе, от числа Пекле при изменении молекулярного веса воздуха / А.Ю. Бугаёв // «Проблеми цивільного захисту: управління, попередження, аварійно-рятувальні та спеціальні роботи». Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Харків, 2-3 жовтня 2014 р.

7. Бугаёв А.Ю. Выбор критического диаметра огнегасящей насадки огнепреградителя с минимально допустимым гидравлическим сопротивлением при возможном изменении молекулярного веса воздуха [текст] / А.Ю. Бугаёв // Проблемы пожарной безопасности. – Вып. 36. – Харьков: НУГЗУ, 2014. – С. 46-51.

8. Алексеев М.В. Основы пожарной профилактики в технологических процессах производств / Алексеев М.В. – М.: Научно-исследовательский и редакционно-издательский отдел, 1972. – 341 с.

9. Алексеев М.В. Пожарная профилактика технологических процессов производств / М.В. Алексеев, О.М. Волков, Н.Ф. Шатров – М.: Высшая инженерно-техническая школа МВД СССР. – 1986. – С.111-119.

10. Чандлер Т. Воздух вокруг нас. – Л.: Гидрометеиздат. 1974. – 144 с.

11. Зельдович Я.Б. Теория распространения тихого пламени / Я.Б. Зельдович. – М.: Журнал экспериментальной и теоретической физики. Изд-во Академии Наук СССР, 1941. – №1. – Т. 11. С.159-169.

12. Стрижевский И.И. Промышленные огнепреградители / И.И. Стрижевский, В.Ф. Заказнов. – М.: Издательство «Химия», 1966. – 142 с.

А.Ю. Бугайов

Вплив зміни молекулярної маси повітря на показник зовнішнього діаметра вогнеперешкоджувача з метою зменшення ймовірності виникнення «крайового ефекту»

Розглянуто вплив зміни молекулярної маси повітря на розмір діаметра корпусу вогнеперешкоджувача з можливістю його вибору для зменшення ймовірності виникнення «крайового ефекту».

Ключові слова: виробнича безпека, захист виробничого обладнання, вогнеперешкоджувач, насадка вогнеперешкоджувача, проскакування полум'я, «крайовий ефект», молекулярна маса повітря, корунд, кільця Рашига, скляні кульки.

A.U. Bugaev

Effect of molecular weight of air indicator outer diameter of the flame arrester to reduce the likelihood of "edge effect"

The influence of changes in the molecular weight of air on the size of the diameter of the flame arrester housing with the possibility of selection in order to reduce the likelihood of "edge effect".

Keywords: industrial safety, protection of production equipment, flame arrester, flame arrester nozzle, flashback, "edge effect", the molecular weight of air, corundum, Raschig rings, glass beads.