Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій

(повне найменування інституту/факультету)

Кафедра загальної фізики і фізики теплоенергетичних та хімічних процесів

(повна назва кафедри)

Дипломна робота

магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **«Критичні концентрації спалахування вугільного пилу та порівняння їх з медичними нормами»**

«Critical dust ignition conditions compared to health standarts»

Виконав: студент денної форми навчання

Спеціальність: 105 - прикладна фізика та наноматеріали

Печений Владислав Сергійович

Керівник к.ф.-м.н., доц. Сидоров О.Є._____

Рецензент к.ф.-м.н. Чечко В.Є.

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№ 5 від 10.12.2019 р.

Завідувач кафедри

_____Гоцульський В.Я.

(підпис)

Захищено на засіданні ЕК №__

протокол № __ від ___.___.2019 р.

Оцінка_____/_____/____

(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Голова ЕК

_____Шевчук В.Г.

(підпис)

Одеса – 2019

ЗМІСТ

ВСТУП 3
1. ПАРАМЕТРИ ПОЖЕЖО-ВИБУХОНЕБЕЗПЕКИ. 5
1.1 Перелік основних параметрів пожежо-вибухонебезпеки. Температура самозаймання 5
1.2. Максимальний тиск вибуху 5
1.3. Швидкість наростання тиску вибуху 6
1.4. Нормальна швидкість поширення полум'я. 6
1.5. Температура спалаху 7
1.6. Температура займання 7
1.7. Концентраційні межі поширення полум'я (запалення) 8
1.8. Температурні межі поширення полум'я (запалення) 9
1.9. Умови теплового самозаймання 10
1.10. Мінімальна енергія запалювання 10
2.СПАЛАХУВАННЯ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ 11
2.1 Особливості горіння і вибуху пилових сумішей 11
2.2. Спалахування газозависів. 15
2.3. Процеси самозаймання 23
2.4. Тепловий вибух: аналіз Семьонова 25
2.5. Тепловий вибух: аналіз Франк-Каменецького 27
3. МЕДИЧНІ ТА ПРОТИПОЖЕЖНІ НОРМИ ПО ЗАПИЛЕННЮ РОБОЧИХ ПОМІЩЕНЬ 30
3.1. ЗАГАЛЬНІ САНІТАРНІ НОРМИ 30
3.2 НОРМИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ З ВУГІЛЬНИМ ПИЛОМ 32
4.МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ САМОЗАЙМАННЯ 34
4.1. Методика визначення температури самозаймання згідно ГОСТ 61241-2-1-2011.13657. 34
4.2. Проведення експерименту 35
4.3. Визначення температури самозаймання від масової концентрації завису 36
4.4. Отримані результати і висновки 43
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ 50

ВСТУП

У процесі виробництва, при обробці багатьох твердих матеріалів утворюється пил, який представляє значну пожежну небезпеку.
Пилові зависи твердих матеріалів (аерозолі), здатні утворювати вибухові суміші, а пили, що осіли з повітря (аерогелі) на обладнання або конструкції будівлі, можуть спалахувати, тліти та горіти.

Зависи за пожежною небезпекою можуть у декілька разів перевищувати матеріал, з якого їх отримують. Пояснюється це тим, що утворений в процесі подрібнення твердої речовини пил має набагато більшу питому поверхню. В результаті знижується температура самозаймання пилу, збільшується її адсорбуюча здатність, а також здатність до електризації і самозаймання. При подрібненні твердої речовини в пил різко змінюються і його властивості. Поверхня окислення речовини стає настільки великою, що тепло, яке виділяється на ній, не встигає відводитися назовні і виникає самозаймання (пил алюмінію, заліза, бронзи, ебоніту та ін.). Самозайманню пилу сприяє явище адсорбції, що супроводжується виділенням тепла.

Вибух пилу, як і сумішей горючих парів і газів з повітрям, може статися, коли концентрація їх в повітрі знаходиться в області запалення. При цьому найбільш важливе значення має нижня межа займання, оскільки концентрація пилу, відповідна йому, може утворитися як в машинах, що обробляють тверді речовини, так і у виробничих приміщеннях.

Знання процесу займання та горіння аерозависів дає можливість, усунувши причини, що його викликають, не допустити пожежу або припинити її в момент виникнення.

Тому **мета** даної роботи – експериментально визначити залежність температури самозаймання та часу затримки займання газозависів від масової концентрації пального для органічного пилу на прикладі вугілля та

порівняння їх з медичними нормами. Дя цього було потрібно вирішити наступні **задачі**:

- провести аналіз літератури, нормативних документів та існуючих даних щодо визначення температури самозаймання газозавису, протипожежних та санітарних норм;
- модифікувати експериментальну установку з визначення температури самозаймання зависів в умовах вертикальної печі та розробити методику визначення часу затримки займання;
- провести підготовку зразків і провести тестові експерименти з відібраними матеріалами.

Основні результати і висновки

Після доопрацювання установки діапазон реалізованих в експериментах масових концентрацій для вугілля було розширено в більшу сторону до 1000 мг/л.

Проведені дослідження часу затримки займання, на прикладі вугілля і лікоподію показали, що воно істотно менше, ніж час формування суспензії в розробленій методиці. Це, в свою чергу, дозволяє конкретизувати масову концентрацію пального в дослідах і отже, підвищити точність експериментального визначення залежності температури займання (самозаймання) від концентрації суспензій горючих пилу в широкому діапазоні масових концентрацій.

Враховуючи вищесказане та згідно до методики проведення випробовувань описаних у Розділі 4 за температуру займання приймаємо найменшу температуру при якій спостерігалося займання, за вирахуванням 20ºС, тобто 480ºС, для В ≤ 216 мг/л, для 490ºС, для В ≤ 160 мг/л, для 500ºС В ≤ 140 мг/л, для 510ºС В ≤ 104.8 мг/л , для 520ºС В ≤ 97.6 мг/л , для 530ºС В ≤ 80 мг/л. Цей результат добре узгоджується з літературними даними. [21,22].

Виявлення мінімуму на залежності часу затримки займання від концентрації дозволяє зробити попередній висновок, що летючі згоряють на поверхні, у міру виходу, що і призводить до помітного зниження часу затримки запалення і температури займання дрібнодисперсних суспензій вугілля з великою кількістю летючих. Однак даний висновок необхідно підтвердити більш докладними дослідженнями займання вугілля з різним вмістом летких компонент.

Порівняння наявних літературних та експериментально отриманих даних з медичними нормами запиленості повітря у виробничих приміщеннях показує, що останні на кілька порядків нижче нижньої концентраційної межі займання і поширення полум'я. Це, в свою чергу,

підтверджує очевидний факт, що утримання в чистоті виробничих приміщень різко знижує ризик вибухів і пожеж на виробництві.

З практичної точки зору необхідні також такі дослідження:

1) залежності часу затримки запалення від температури і від масової концентрації одночасно, для різних матеріалів, що дозволить визначати умови, при яких суспензії спалахують стійкіше і швидше. Така інформація буде корисною як з точки зору пожежо-вибухобезпеки, так і з точки зору організації спалювання твердих горючих;

2) проведення експериментів з виявлення ролі составу палива (летких, золи та ін.) на процес займання аерозависів вугілля та інших горючих матеріалів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Митрофанова, С.В. Теория горения и взрыва : учебное пособие / С.В. Митрофанова, В.А. Яблоков ; Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2012. – 103 с.
2. Физика горения и взрыва : журнал / редкол. В.С. Бабкин ; ред. сов. В.В. Адушкин ; гл. ред. В.М. Титов ; учред. Сибирское отделение РАН и др.. – Новосибирск : СО РАН, 2018. – Т. 54, № 1. – 139 с.
3. Математическая теория процессов горения и взрыва [Электрон. ресурс] : учеб. пособие по дисциплине "Теория горения и взрыва" / Гремячкин В. М. ; МГТУ им. Н. Э. Баумана. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. - 1 CD-ROM. - ФГПУ "Информрегистр" №0321202500.
4. . Варнатц Ю. Горение. Физические и химические аспекты, моделирование, эксперименты, образование загрязняющих веществ / Ю. Варнатц, У. Маас, Р. Дибба. – М. : Физматлит, 2003. – 351с.
5. Lewis, B. and G. Elbe, Combustion, Flames and Explosions of Gases. 3 ed. 1987: Academic Press.
6. Теория горения и топочные устройства. Под ред. Д.М. Хзмаляна. Учеб. Пособие для студентов высш. Учеб. Заведений. М., «Энергия», 1976. 488с.
7. Вильямс Ф. А. Теория горения : пер. с англ. / С. С. Новиков, Ю. С. Рязанцева. – М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1971. – 615с.
8. Основы практической теории горения / Померанцев В. В. [и др.] ; под ред. В. В. Померанцева. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1986. – 309с.

9. Таубкин И. М. Пожары и взрывы, особенности экспертизы. – М.: Химия – 2003, 150 с.
10. Горшков В.И. Самовозгорание веществ и материалов. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 446 с
11. Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. – М.: Асс. «Пожнаука», 2004. – Ч. I. – 713 с., - Ч. II. – 774 с.
12. Льюис Б., Эльбе Г. Горение, пламя и взрывы в газах. 2-е изд. Пер. с англ. под ред. К. И. Щёлкина и А. А. Борисова. — М.: Мир, 1968. — 592 с.
13. Похил П. Ф., Мальцев В. М., Зайцев В. М. Методы исследования процессов горения и детонации. — М.: Наука, 1969. — 301 с.
14. Зельдович, Я. Б. Математическая теория горения и взрыва / Я. Б. Зельдович. – М. : Наука, 2000. – 478 с.
15. ГОСТ 12.1.044–89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов / Номенклатура показателей и методы их определения.
16. СанПиН 2.2.3.570-96 «Гигиенические требования к предприятиям угольной промышленности и организации работ».
17. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
18. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
19. Пожаровзрывобезопасность горючих пылей. Общие требования: ГОСТ 12.1.041-83. – Введ. 01.07.84. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 16 с.
20. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ». – Введ. 01.07.09. – Минск: М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 2009. – 148 с.
21. ГН 2.2.5.552-96 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны". Утвержден Госкомсанэпиднадзором от 21 октября 1996 г.

22. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий» СН-245-71. 10
23. В.С. Клубань, В.В. Воробьёв, С.А. Горячев, С.В. Молчанов «Некоторые проблемы пожарной безопасности складов угля», «Технологии техносферной безопасности», выпуск № 5 (39), 2011 г. УДК 614.841
24. Бойко В. М., Папырин А. Н., Поплавский С. В. О влиянии летучих на задержки воспламенения газовзвесей угольных пылей в ударных волнах., ФГВ – С. 101-111