

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. І.І.Мечнікова

На правах рукопису

КОСТИШІН ЮРІЙ НИКОЛАЙОВИЧ

ПЕРЕХІДНІ ЯВИЩА ПРИ РОЗПОВСЮДЖЕННІ ПОЛУМ'Я У ГАЗОВАВИСАХ
ЧАСТИНОК ТВЕРДИХ ПАЛЬНИХ

01.04.17 - хімічна фізика, фізика горіння та вибуху

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата фізико-математичних наук

Одеса - 1995

538.46
руч

Работу виконано в О



00761507 (Q)

Науковий керівник: доктор фізико-математичних наук,
професор ШЕВЧУК В.Г.

Офіційні опоненти: доктор фізико-математичних наук,
доцент Флорко А.В.,
кандидат фізико-математичних наук
доцент Волков В.Е.

Головна організація: Інститут енергозберігання, м. Київ

Захист відбудеться "22" зрудня 1995 р.
о "14" годині на засіданні Спеціалізованої ради по спеціальності
Д.05.01.06 - хімічна фізика, фізика горіння та вибуху, в Одеському
державному університеті ім. І.І.Мечнікова (270100, м. Одеса, вул.
Петра Великого, 2)

З дисертацією можливо ознайомитися в науковій бібліотеці Одеського
державного університету

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

Автореферат розіслано "14" листопада 1995 р.

Вчений секретар Спеціалізованої ради
кандидат фізико-математичних наук,

ст. наук. спів.

С.В.Наргашук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ. Технологічні процеси, засновані на застосуванні порошкоподібних матеріалів, невпинно розширюються як по масштабах виробництва, так і по номенклатурі речовин, що використовуються. В останні роки намітились перспективи розвитку нетрадиційних технологій, заснованих на процесах горіння газозависів, таких як газодисперсний синтез наноксидів металів, модифікування процесів у тропосфері за допомогою палаючих хмар газозависів та ін. Особливо виділим цілий клас задач, пов'язаних з пожеговибухонебезпечністю. Тут доречно відзначити, що, наприклад, біля 20% усіх вибухів та пожеж на виробництвах випадає на долю підприємств, які працюють з порошкоподібними матеріалами. Власне по цьому велика увага дослідників в останні роки у цій області зосереджена на дослідженні розповсюдження полум'я у стиснутих умовах (трубах) та вільних хмарах газозависів. Але роботи, присвячені цій проблемі стосувались граничних у гідродинамічному відношенні режимів горіння (ламінарного, вібраційного, турбулентного і детонаційного). Разом з цим реалізації того чи іншого режиму передує вельми широка область перехідних режимів. Ці перехідні явища пов'язані з певним типом нестійкості процесу горіння (гідродинамічна, акустична, конвективна та інші типи нестійкості).

Подібні перехідні явища є дуже складні як у плані експериментальних досліджень, так і при їх теоретичному моделюванні. Наприклад, для переходу ламинарна → турбулентна течія не запропановано скіль-небудь припустиме нульове наближення. Стосовно до переходу ламинарне → турбулентне полум'я в газах відзначаються тільки можливі причини (гідродинамічна нестійкість полум'я, трубна турбулентність, генерація хвиль стиснення полум'ям, що прискорюється), але скіль-небудь реалістичної картини навіть на якісному рівні не запропановано. Що стосується горіння газозависів, то доводиться констатувати тільки окремі фрагментарні відомості, що стосуються нестационарного горіння. Тому систематичні дослідження перехідних явищ у газозависах мають велике практичне і теоретичне значення.

МЕТА РОБОТИ полягає в експериментальному дослідженні стійкості розповсюдження полум'я у газозависах твердих палив у різних умовах організації процесу (гідродинамічні умови) та впливу на неї фізико-хімічних параметрів (сорт, концентрація, дисперсність палива).

У зв'язку з цим поставлені слідує задачі:

1) розробка методики організації перехідних режимів хвильового горіння газозависів тонкодисперсних твердих палив, яка припускає надійне виділення різних у гідродинамічному відношенні режимів та ресстрацію їх параметрів. Як базові вибрані методи вертикальних труб та вільних хмар газозависів, як найбільш відповідні реальним ситуаціям;

2) експериментальне дослідження розповсюдження полум'я у трубах при великих концентраціях твердої фази (від 100 до 3200 г/м³) з метою з'ясувати стійкість ламінарного режиму в умовах інтенсивної межфазної взаємодії;

3) дослідження закономірностей розповсюдження полум'я у вертикальних трубах при запалюванні біля верхнього відкритого кінця труби з метою вивчення особливостей розвитку каскаду переходів: ламінарне → вібраційне → турбулентне полум'я у газозависах частинок твердих паливних (у порівнянні з газами) і виявлення ролі акустичної нестійкості у процесах розповсюдження полум'я;

4) експериментальне дослідження стійкості фронту горіння і каскаду перехідних явищ при запалюванні у закритого кінця труби, тобто коли фронт горіння знаходиться під інтенсивним впливом конвективної течії розширюючихся продуктів згорання;

5) дослідження природно-конвективної нестійкості процесу горіння газозависів у трубах та вільних хмарах.

Як об'єкт досліджень вибрані широко поширені у практиці газозависи тонкодисперсних ($d < 10$ мкм) частинок алюмінію, магнію, цирконію, заліза, бору, їх бінарних композицій та полімерів.

НАУКОВА НОВИЗНА. В дисертаційній роботі показано, що в цілому хвильове горіння газозависів являє собою нестаціонарний стадійний процес, послідовність і тривалість стадій обумовлюється фізико-хімічними факторами завису і умовами організації процесу горіння та нерозривно пов'язано з гідродинамічною нестійкістю визначеного типу.

Вперше показано, що у випадку розповсюдження полум'я від нижнього відкритого кінця напівзакритої труби (коли завис утворюється у низпадаючому потоці) при великих концентраціях твердої фази ($B=400-3200$ г/м³) має місце гідродинамічна нестійкість, обумовлена міжфазною взаємодією, що приводить до турбулізації початкового завису і, як наслідок, до турбулентного режиму горіння.

У тонкодисперсних газозависах при запалюванні біля верхнього відкритого кінця труби процес горіння, на відміну від газів, характеризується більш складним каскадом переходів типу: ламінарне

полум'я → вібраційне першого типу → вібраційне другого типу і зворотнього йому переходу. Аналіз на основі інтегральної теорії квазіполум'я дозволив пояснити неодноразове збудження коливальних режимів у процесі розповсюдження хвилі горіння по трубі як наслідок зниження видимої швидкості полум'я при виникненні хвильоутворювання на поверхні фронту.

Показано, що у трубах природно-конвективна нестійкість виникає тільки для повільно палаючих завесів у випадку запалювання біля верхнього відкритого кінця. Критеріальні умови її виникнення такі ж як для газових сумішей. У вільних хмарах газозавесів природно-конвективна нестійкість виникає тільки для повільно палаючих завесів і проявляється у вигляді спливання осередку горіння ще у фазі розповсюдження хвилі горіння по хмарі. Із зіставлення критичних умов виникнення конвекції та автотурбулізації зони горіння запропановано критеріальне співвідношення, яке пояснює сукупність експериментальних даних.

ПРАКТИЧНА ЗНАЧУЩІСТЬ. Результати роботи конкретизують механізм нестационарного горіння газозавесу частинок твердих палив у найбільш практично важливих випадках: у трубах, при запалюванні як біля відкритого, так і біля закритого кінця та у вільних хмарах газозавесів. Результати роботи розширюють можливість наукового описання явища розповсюдження полум'я. Отримані дані можуть застосовуватися для розрахунків різних топкових пристроїв, систем протипожежного захисту та в інших апаратах, зв'язаних з переробкою, транспортуванням і спаленням порошків. Загальна фізична картина нестационарних процесів може використовуватися для прогнозування та оцінки наслідків вибухів на виробництвах, зв'язаних з пальними порошкоподібними речовинами.

АПРОБАЦІЯ РОБОТИ. Результати роботи доповідались на III Всесоюзній школі-семінарі з макроскопічної кінетики, хімічної і магнітної газодинаміки (Томськ-Красноярськ, 1990), Другому Міжнародному симпозиумі по спеціальним паливам (Лампольдхаузен, Німеччина, 1991), на 13-му Міжнародному колоквиумі з динаміки вибуха та реагуючих систем (Нагойя, Японія, 1991), X Всесоюзному симпозиумі по горінню та вибуху (Чорноголовка, Росія, 1992), XVI конференції країн СНД з питань випаровування, горіння та газової динаміки дисперсних систем (Одеса, Україна, 1993).

ПУБЛІКАЦІЇ. За результатами дисертації мається 8 публікацій, список котрих наведено у кінці автореферату.

СТРУКТУРА ТА ОБСЯГ РОБОТИ. Дисертація обсягом 124 друкованих

сторінок складається зі вступу, шести розділів, висновку, містить 29 рисунків, 4 таблиці. Список літератури містить 65 найменувань вітчизняних та закордонних авторів.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ, ЯКІ ВІНОСЯТЬСЯ НА ЗАХИСТ.

- фізична картина розвитку нестационарного горіння газозависів частинок твердих паливних, її зв'язок з нестійкістю полум'я різного типу;
- експериментальні методики організації та дослідження перехідних режимів розповсюдження полум'я;
- експериментальні дані про стабільність процесу горіння та вплив на неї фізико-хімічних параметрів пальної суміші і гідродинамічних умов організації процесу;
- критеріальні співвідношення розвитку нестійкостей.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У ПЕРШОМУ РОЗДІЛІ дисертації поданий літературний огляд даних про стан проблеми. Проведено порівняльний аналіз різних у гідродинамічному відношенні режимів розповсюдження полум'я у газах і газозависах частинок твердих паливних. Здійснена постановка задачі.

У ДРУГОМУ РОЗДІЛІ подані методики організації та дослідження перехідних режимів хвильового горіння газозависів. За базові взяті експериментальні схеми, які найчастіше зустрічаються у практиці розповсюдження полум'я у трубах різної довжини та діаметру і вільних хмарах газозависів. У першому випадку вивчалось полум'я, яке розповсюджувалось як уздовж, так і проти вектора сили тяжіння; газозавис запалювався як біля відкритого, так і біля закритого кінця труби. Це надає можливість вивчати роль міжфазної взаємодії, акустичних збурень, вільної конвекції та змушеної конвекції, обумовленої розширенням продуктів згорання. У другому випадку вивчалось сферично-симетричне полум'я в умовах малооб'ємних ($V_0 = (1.5-5.5) \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$) та крупномасштабних ($V(40 \text{ м}^3)$) хмар, що дозволяє вивчати відносну роль вільної конвекції та автотурбулізації.

У ТРЕТЬОМУ РОЗДІЛІ досліджується концентраційна нестійкість ламінарного полум'я у трубах. Досліди проводились на вертикальній скляній трубі довжиною 3.5 м та діаметром 5.6 см, завис створювався біля верхнього закритого кінця труби, запалення відбувалося знизу. Реалізований діапазон концентрації пального від 100 до

3200 г/м³.

При низьких концентраціях швидкість полум'я веде себе у відповідності з ко-дуктивною теорією, проте при високих різко зростає. Для з'ясування цього факту були проведені спеціальні досліді із зависом у відсутності запалювання.

В результаті проведених дослідів було встановлено, що визначальний вплив на закономірності розповсюдження полум'я справляє гідродинаміка холодного двухфазного потоку. При низьких концентраціях швидкість руху частинок слабо зростає зі збільшенням концентрації (рис.1). При цьому швидкість руху газової компоненти зростає скоріш, (швидкість газу візуалізувалася за допомогою диму). При високих концентраціях швидкість газової компоненти досягає швидкості частинок. Головне міститься у тому, що при високих концентраціях течія стає вихороподібною. Підкреслим, що вихороутворювання, у кінцевому підсумку, може виникнути тільки у разі імпульсу, внесеного частинками, які рухаються під впливом сили тяжіння і сили опору. При цьому, зважуючи що внесений у систему імпульс не дуже великий, такі значні швидкості руху завису як цілого можуть мати місце тільки в присутності зворотніх течій, які компенсують надлишок імпульсу уздовж вертикалі. Природно зріст концентрації порошку, отож і зріст внесеного у систему імпульсу, спричиняє зростання вихороутворювання, що підтверджуються спеціально проведеними дослідями за допомогою лазерного доплерівського анемометру.

Взаємодія фронту полум'я з вихорами призводить до його викривлення. Як наслідок, фронт приймає характерну для турбулентного полум'я форму, тому і зростає видима швидкість полум'я.

У ЧЕТВЕРТОМУ РОЗДІЛІ досліджується акустична нестійкість фронту полум'я. Досліді проводились на вертикальних кварцевих трубах довжиною 1 м та діаметром 3.6 см.

Завис створювався за допомогою поршньового дозатору і розпливача, який мав вигляд кільцевої щилини, запалювання відбувалося біля верхнього відкритого кінця (що дозволило виключити розглянуті вище ефекти, обумовлені міжфазною взаємодією). Досліджувались зависи частинок магнію, цирконію, алюмінію, заліза і бінарні композиції Al-Fe, Zr-Al у широкому діапазоні концентрацій пального.

У цілому процес розповсюдження полум'я можна характеризувати як складний каскад переходів від ламінарного до турбулентного режиму (рис.2). Принципова різниця від газових сумішей полягає в існуванні як прямого ламінарне полум'я → вібраційне 1-го типу →

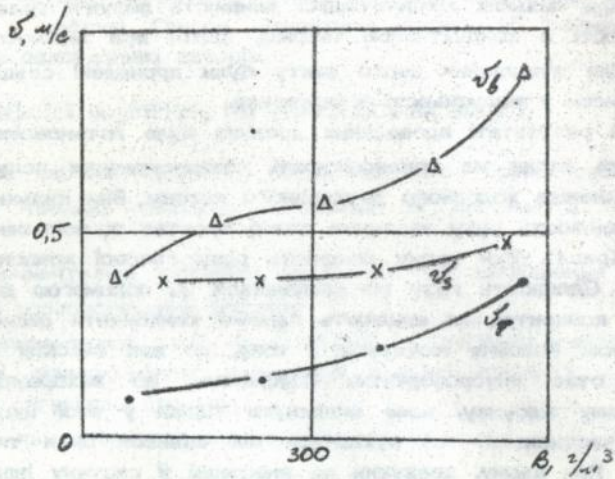


Рис.1. Залежності швидкості осідання завису ν_s , швидкості газової компоненти ν_r та видимої швидкості полум'я від концентрації.

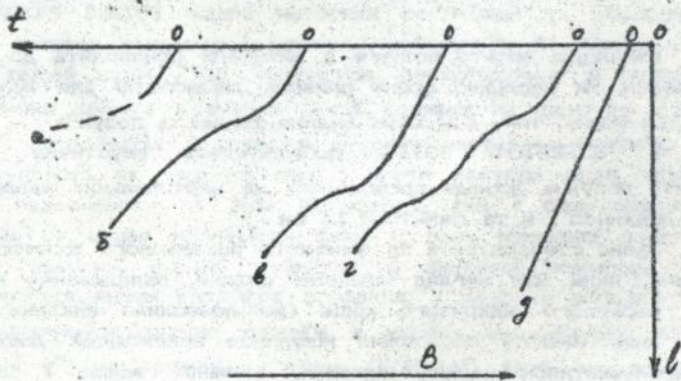
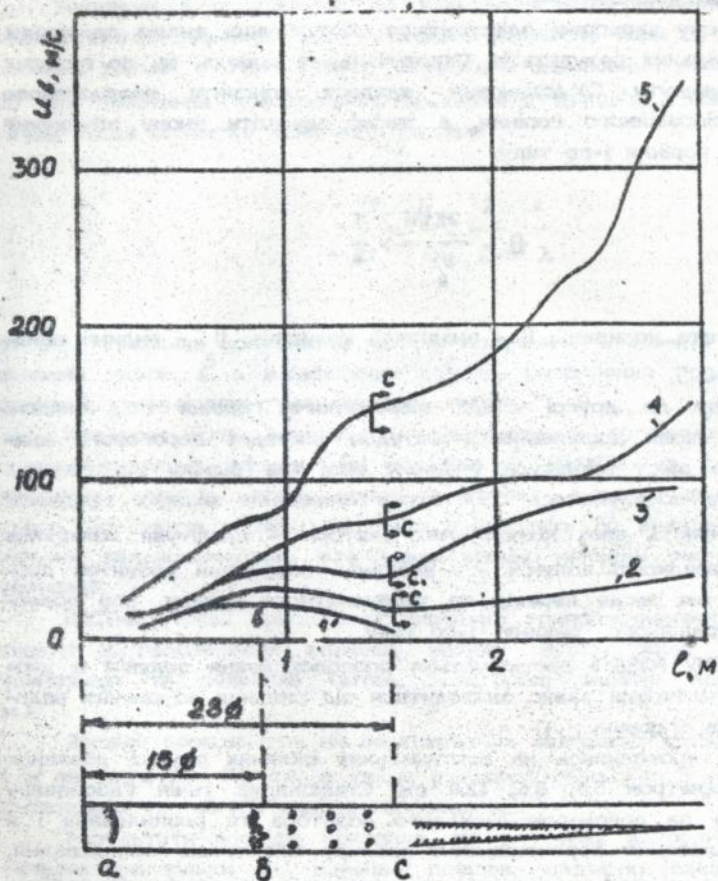


Рис.2. Характерні типи фоторегістрограм в залежності від концентрації C .

Розповсюдження полум'я по газозавису частинок Mg, $d_{10}=7$ мкм;
 $L=3.5$ м; $D=0.056$ м.



ν , г/м³: 1 - 100; 2 - 180; 3 - 212; 4 - 420; 5 - 580.

вібраційне 2-го типу, так і зворотнього йому переходу, а також в істотному зниженні видимої швидкості полум'я при розвитку хвилю-утворювання на поверхні фронту горіння. Відзначимо, що при реалізації двократнього збудження вібраційного горіння, перше відбувається на відстані 0.23-0.29 довжини труби, а друге на 0.47-0.52 довжини труби. Їх відношення є 1.75-2 і зберігається для усіх вивчених пальних і концентрацій.

У другому параграфі здійснюється теоретичний аналіз одержаних експериментальних результатів. Спираючись на модель, що до газових сумішей, розвинуту С.К.Аслановим, вдалося пояснити неодноразове збудження вібраційного горіння, а також одержати умову збудження вібраційного горіння 1-го типу.

$$\Omega = \frac{2\pi vH}{v} > \frac{\pi}{4},$$

де v - частота коливань; H - амплітуда коливань; v - видима швидкість полум'я.

Переходу до другої стадії вібраційного горіння слід чекати лише тільки після досягнення амплітудою коливань порогового значення. Проте зріст амплітуди у цьому разі (на відміну від газових сумішей) буде поєднуватись з істотним зниженням видимої швидкості полум'я. Наявність двох конкуруючих факторів - амплітуди коливання та видимої швидкості полум'я - і визначає подальший розвиток процесу - або має місце перехід до турбулентного режиму, або повернення до вібраційного режиму 1-го типу.

У П'ЯТОМУ РОЗДІЛІ досліджується розповсюдження полум'я в умовах, коли початковий запис знаходиться під сильним збурюючим впливом продуктів згорання.

Досліди проводились на вертикальних скляних трубах довжиною 3.5 м та діаметром 5.6, 8.6, 12.0 см. Стаціонарна течія газозавису створювалась за допомогою дискового дозатора та розпилювача і в момент запалювання перекидалася поблизу електродів запалювання, які знаходяться біля верхнього закритого кінця труби. Як об'єкт дослідів використовувались газозависи частинок алюмінію, магнію та алюмомагнієвого сплаву.

У ході процесу (рис.3) ламінарна на початковому етапі форма полум'я (а) змінюється на розвинуту, характерну для турбулентного полум'я. Завершується даний етап на довжині 15 діаметрів труби.

Потім розвиваються інтенсивні нелінійні коливання фронту полум'я (в) з частотою, удвоє меншою частоти першого лінійного резонансу (в умовах дослідів 44 Гц). Після проходження фронтом 25-28 калібрів відбувається різка зміна розвитку процесу. Форма полум'я приймає вигляд гострого язика, витягнутого у бік початкового завису (с). Виходячи з припущення, що язикове горіння починається тоді, коли рухаючий перепад тиску у хвилі горіння не може бути скомпенсований тертям о стінки труби (внаслідок зменшення поверхні тертя по мірі зростання поперечної координати полум'я), знайдена критична умова розвитку язикового горіння:

$$\frac{L^*}{D} = \frac{L}{D} - \frac{2}{\varepsilon - 1} \frac{1}{\lambda}$$

де L^* - гранична координата фронту полум'я; D - діаметр труби; L - довжина труби; ε - адиабатична ступінь розширення продуктів згорання; λ - коефіцієнт турбулентного тертя.

Універсальність одержаного співвідношення підтверджується експериментальними даними, які отримані у дослідях з газозависими частинками алюмінію, проведеними у трубах різного діаметру. Крім цього, зростання розміру частинок призводить до виявлення тих же якісних закономірностей, але відповідаючих меншим значенням концентрації.

ШОСТИЙ РОЗДІЛ присвячено вивченню природно-конвективної нестійкості у газозависах алюмінію, магнію, заліза, бору, їх бінарних композицій та полімерів (вітан, полістірол, фінлон, поліетілен та ін.).

Досліди проводились на вертикальних кварцевих трубах довжиною 1 м та діаметром 3,6 см, а також у малооб'ємних (до 5 л) і крупномасштабних (до 40 м³) хмарах газозависів.

Результати дослідів показали, що у трубах природна конвекція виявляється тільки для найбільш повільно палаючих зависів (Fe+повітря у діапазоні концентрацій від 150 до 180 г/м³; В+кисень у діапазоні концентрацій від 200 до 400 г/м³) і тільки при умові організації процесу уздовж вектора сили тяжіння. Вплив природної конвекції проявлявся у періодичному змінненні нахилу поверхні полум'я по відношенню до стінок труби. Виходячи з порівняння часу розвитку конвекції у продуктах згорання та характерного часу горіння, була

пальних у загальному випадку має нестационарний стадійний характер. Послідовність та тривалість стадій обумовлюється як фізико-хімічними характеристиками пальної суміші, так і гідродинамічними умовами організації процесу горіння і пов'язана з визначеним типом нестійкості процесу горіння.

2. Виявлено новий тип гідродинамічної нестійкості двофазного низпадаючого потоку у трубах, обумовленої міжфазною взаємодією і призводять до автотурбулізації початково ламінарної течії при великих концентраціях твердої фази (наприклад, алюмінію, $B=400-3200$ г/м³). У свою чергу, це явище пояснює турбулентний характер розповсюдження полум'я у трубах при великих концентраціях пального і накладає обмеження на дослідження ламінарного полум'я у трубах.

3. При розповсюдженні полум'я у напівзакритих трубах в газозависах тонкодисперсних ($d < 10$ мкм) частинок алюмінію, магнію, цирконію та ін. при запалюванні у відкритого кінця труби проявляється акустична нестійкість фронту полум'я, яка приводить до виникнення вібраційного горіння:

а) основні кінематичні закономірності (частота, характерні довжини, фазові співвідношення) аналогічні таким у газах. Істотна відміна між газами та газозависами полягає у значному зниженні середньої швидкості полум'я при розвитку хвилювання на поверхні фронту у газозависах;

б) у цілому перехід від ламінарного до вібраційного (а в наступному і турбулентного) режиму горіння характеризується, у порівнянні з газами, цілим рядом особливостей і, насамперед, більш складним каскадом переходів, який включає в себе можливість як прямого (ламінарне полум'я → вібраційне 1-го типу → вібраційне 2-го типу) так і зворотнього йому переходу;

в) аналіз на основі інтегральної теорії вібраційного горіння газів, розвинутої С.К.Асламовим, дозволив пояснити неодноразове збудження коливальних режимів у процесі розповсюдження по трубі хвилі горіння як результат зниження швидкості полум'я при хвилюванні на поверхні фронту.

4. При запалюванні завису біля закритого кінця має місце конвективна нестійкість фронту горіння, яка приводить до наступного каскаду переходів: ламінарне → турбулентне → нелінійне вібраційне → швидке "язикове" горіння. Знайдена критична відстань, на якій відбувається останній перехід.

5. Природно-конвективна нестійкість у випадку розповсюдження полум'я від відкритого кінця труби уздовж вектора сили тяжіння

має місце тільки для повільно палаючих зависів (Fe +повітря, $Fe+Al$ +повітря, $B+H_2$ +повітря, $B+Al+60\%O_2$, а також полімерів) і аналогічна такій у газах. У вільних хмарах газозависів можливість виникнення природно-конвективної нестійкості обумовлюється режимом горіння і початковими розмірами хмари R_0 . Для газозависів, палаючих у ламінарному режимі (полімери, АСД-1, ПА-4, $B+H_2$, $B+Al$) знайдено критичний розмір осередку горіння, при якому спостерігається його конвективне спливання. У турбулентно палаючих газозависах (ПАП-1, ПАП-2, АМД, ПАМ-4, Мг, АСД-4) конвекція на стадії горіння не спостерігається. Одержана критична умова, що визначає який із процесів - автотурбулізація чи конвективне спливання осередку - відбудеться раніш.

ГОЛОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНІ В РОБОТАХ

1. Боичук Л.В., Костышин Ю.Н. Нормальные скорости пламени в горючих аэродисперсных системах. XIV Всесоюзная конференция "Актуальные вопросы физики аэродисперсных систем". Одесса, 1986. Тезисы докладов. т.2. -49 с..

2. Shevchuk V.G., Bezrodnykh A.K., Kondratiev E.N., Kostyshin Yu.N. Unconfined Combustion on Dynamics of Explosions and Reactive Systems. Nagoya Int. Center, Nagoya, Japan, July 28 - August 2, 1991, p.195. Abstracts and Information.

3. Shevchuk V.G., Boychuk L.V., Goroshin S.V., Kostishin Yu.N. On Concentration Instability of Laminar Dust-Air Flames in Tubes. 13-th Int. Colloquium of Dynamics of Explosions and Reactive Systems. Nagoya Int. Center, Nagoya, Japan, July 28 - August 2, 1991 p.202. Abstracts and Information.

4. Л.В.Боичук, С.В.Горошин, Ю.Н.Костышин, В.Г.Шевчук. Распространение пламени в двухфракционных газовзвесах частиц В и Al. X Всесоюзный симпозиум по горению и взрыву. Черноголовка, Россия, 1992. Тезисы докладов.

5. Костышин Ю.Н., Шевчук В.Г. Об устойчивости пылевой струи. XVI Конференция стран СНГ по вопросам испарения, горения и газовой динамики дисперсных систем. 21-23 сентября 1993, Одесса. Тезисы докладов. с.92.

6. V.G.Shevchuk, L.V.Boychuk, Yu.N.Kostyshin. Nonstability Process of Flame Propagation in Dust-Air Mixtures. Int. Conference on Combustion. 21-24 Juny 1993. Moscow - St.Petersburg. Abstracts p.195.

7. Асланов С.К., Шевчук В.Г., Бойчук Л.В., Костышин Ю.Н. Закономерности вибрационного горения аэрозвесей. ФГВ, 1993, т.29, N2, с.36-43.

8. V. G. Shevchuk, L. V. Boychuk, S. V. Goroshin, Yu. N. Kostyshin. Comparative Research of the Flame Propagation in Boron and Al, Mg, Zr, Fe Dust Clouds. In.: Combustion of Boron-Based Solid Propellants and Solid Fuels. Edited by K.K.Kuo and R.Pein, CRC Press: Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo, 1993, p.p. 478-484.

Ключові слова: розповсюдження полум'я, газозавис, нестійкість, перехідні явища.

АНОТАЦІЯ

КОСТЫШИН Ю.Н. Переходные явления при распространении пламени в аэрозвесах частиц твердых горючих.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17 - химическая физика, физика горения и взрыва, Одесский государственный университет им. И.И.Мечникова, Одесса, 1995.

Защищается экспериментальная работа по исследованию переходных явлений при распространении пламени в аэрозвесах частиц при различных условиях организации процесса и физико-химических параметрах взвеси. Установлено существование нового типа гидродинамической неустойчивости двухфазного нисходящего потока при большой концентрации твердой фазы; неоднократное возбуждение вибрационного режима горения при возникновении акустической неустойчивости фронта; критические условия для возникновения определенного типа неустойчивости.

ANNOTATION

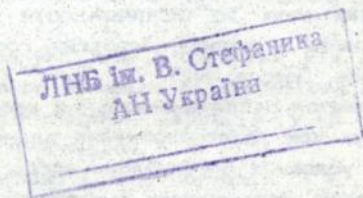
Kostyshin Yu. N. Transitional phenomena in flame propagation in dust-air mixtures.

Thesis for the degree of Candidate of Physical-Mathematical science, specialization 01.04.17 - physical-chemical, physics of

АВ 33.403

combustion and explosion, State University of Chemical Science, Odessa, 1995.

So here defended experimental investigations of transitional phenomena in flame propagation in dust-air mixtures under different conditions of the process organization and physical-chemical parameters of dust. Found: existence of a new type of hydrodynamical instability in descending two-phase streams at large concentration of solid phase; repeated excitation of the vibration regime of combustion in case of acoustic instability; critical conditions for arising of the certain type of instability.



Написано до друку 25.10.1995 р. Обсяг 1,0 друк. арк.

Формат 60x84¹/₁₆. Зам. 126. Тираж 100.

Друківня УДАБ ім. О.С.Попова. Олеса Старопортофранківська, 61