

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ  
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ім В.С. МАРТИНОВСЬКОГО  
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ, ЕНЕРГЕТИКИ  
ТА НАФТОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**МАТЕРІАЛИ**

**XVI Всеукраїнської**

**науково-технічної**

**конференції**

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ**

**ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ**

5-7 жовтня 2016 року, м. Одеса



ОДЕСА

2016

## ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

**Голова:**

Сторов Богдан Вікторович – ректор Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор.

**Замісники:**

Поварова Наталія Миколаївна – проректор з наукової роботи Одеської національної академії харчових технологій, к.т.н., доцент,

Косой Борис Володимирович – директор Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор.

**Члени оргкомітету:**

Артеменко С.В.

Бошкова І.Л.

Бошков Л.З.

Василів О.Б.

Гоголь М.І.

Дьяченко Т.В.

Желєзний В.П.

Зацеркляний М.М.

Князева Н.О.

Кологривов М.М.

Котлик С.В.

Крусір Г.В.

Мазур В.О.

Мазур О.В.

Мілованов В.І.

Морозюк Л.І.

Нікулина А.В.

Ольшевська О.В.

Плотніков В.М.

Роганков В.Б.

Роженцев А.В.

Сагала Т.А.

Семенюк Ю.В.

Смирнов Г.Ф.

Тітлов О.С.

Шпирко Т.В.

Хлієва О.Я.

Хмельнюк М.Г.

Хобин В.А.

Цикало А.Л.

Відповідальний за випуск: Тітлов О.С., завідувач кафедри теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв

Мова видання: українська, російська, англійська

За достовірність інформації відповідає автор публікації

Рекомендовано до друку Радою факультету прикладної екології, енергетики та нафтогазових технологій, протокол № 2 від 21 вересня 2016 року.

**А 43 Актуальні проблеми енергетики та екології /** Матеріали XVI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2016. – 312 с.

**ББК 31:20.1**

**ISBN 978-966-930-137-6**

© Одеська національна академія харчових технологій

© Факультет прикладної екології, енергетики та нафтогазових технологій

## **СЕКЦІЯ 5:**

### **. ЕНЕРГЕТИЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННЯ**

#### **ЕНЕРГЕТИЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

#### **ОПТИМАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ І ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ**

— в історично короткі часові проміжки. Розглянуті раніше уявлення про великі системи енергетики і довкілля, а також про зв'язок між ними, становлять передумови для введення в аналіз нової великої системи – “енергетика і довкілля”. Аналізуючи систему “довкілля”, ми розглядаємо цілий розв'яз природних взаємозв'язків, що зумовлюють кругообіг речовин і підтримку певних кліматичних умов, а у великій системі “енергетика” — різні шляхи використання енергетичних ресурсів. Під час аналізу системи “енергетика і довкілля” конче потрібно враховувати все різноманіття процесів у синтезованій великій системі. Неодмінним етапом є конструювання (виявлення та опис) зв'язків основних підсистем, що становлять велику систему. Із цією метою можна розглядати системи енергетики і довкілля як укрупнені блоки. Чільні зв'язки у великій системі “енергетика і довкілля” побудовані таким чином, аби зберегти правомірність висновку про обов'язкову й неминучу підлеглисть штучних (антропогенних) зв'язків у великій системі природним процесам.

Для проведення всебічного аналізу великої системи “енергетика і довкілля” необхідно обрати математичну модель і стратегію. Наприклад, під час визначення гранично-припустимого навантаження на атмосферу можна послуговуватися технологічним підходом (уведення норм викидів для всіх підприємств, що їх тільки проектують, уже будують або й експлуатують), управлінням якістю або економічним підходом. Для вивчення таких великих багатоланкових систем можливе застосування різних математичних моделей: балансових, циркуляційних, оптимізаційних та імітаційних.

Основні чинники, що формують систему взаємодії енергетики і довкілля, дають змогу намітити схему її аналізу. Маємо такі найважливіші елементи методології дослідження щодо взаємодії конкретного об'єкта з довкіллям: виявлення і вивчення екологічних аспектів; складання питомих і сумарних балансів споживання всіх природних речовин (початкових і перероблених); визначення можливих дій, наслідків цих дій, а також потенційних шляхів їх зменшення або запобігання їм.

Отже, потрібен ретельний аналіз комплексу питань, пов'язаних зі станом і розвитком усього ПЕК і його окремих складових частин (ресурсів, джерел і споживачів), їхньої взаємодії та впливу на довкілля. Причому, на сучасному етапі розвитку енергетики важливо з'ясувати локальні (місцеві) впливи на окремі складники гідро-, літо- й атмосфери. У міру дедалі повнішого освоєння невідновлюваних джерел енергії (традиційної енергетики) вимоги щодо запобігання дії на гідро, літо й атмосферу або її зменшення стають чимраз наполегливішими. Тепер уже не досить розглядати самі лише локальні дії (наслідки). Концентрація виробництва і споживання енергії, викликана передовсім урбанізацією, яка є характерною межею нинішнього етапу науково-технічного прогресу, потребує розгляду вказаних ефектів на локальному і регіональному рівнях. Особливої уваги заслуговують екологічні аспекти енергетики і вся сукупність суб'єктів та об'єктів енергозбереження й енергоспоживання.

#### Література

1. В.А. Маляренко, Л.В. Лисак Енергетика, довкілля, енергозбереження. /Під заг. ред. проф. В. А. Маляренка, Х.: Рубікон, 2004. – 368 с. ISBN 966-7152-52-9.

УДК 621.565

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ЭЖЕКТОРЕ

Когут В. Е. к.т.н., доц., Бушманов В. М. аспирант, Бутовский Е. Д. аспирант,  
Хмельнюк М. Г., д.т.н., проф.

Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса

*Разработка и исследование новых способов очистки дымовых газов, все еще остается важным направлением в улучшении работы котельных установок. Кроме экспериментальных исследований возможны такие способы как, математическое моделирование, и создание моделей в специальных программных средах с уже заготовленными математическими уравнениями.*

**Ключевые слова:** моделирование, фильтрация, эжектор, дымовой газ.

Применение эжектора в качестве фильтра является инновационным методом. Эта область его применения пока еще не изучена должным образом. И создание актуальных моделей, описывающих его работу есть одной из первоочередных задач изучения данного метода.

Сжигание органического природного топлива до сих пор является одним из самых популярных и распространенных методов получения тепла и использование его для производственных процессов и

получения электроэнергии. Но несмотря на проработанность этой технологии все еще остается много проблем с этим процессом. Один из главных это загрязняющие окружающую среду веществ, одной из самых групп этих веществ являются оксиды серы.

С целью сократить экономический и экологический ущерб от выбросов в 1983г. было подписано конвенция ООН о сокращении выбросов оксида серы.

В связи с необходимостью разработки эффективных методов очистки дымовых газов от оксидов серы возникает идея использования эжекционного фильтра.

При пропуске дымовых газов через фильтр в поток будет разбрызгиваться водо-известковая суспензия. За счет турбулентного перемешивания потока должно обеспечиваться высокая степень перемешивания и большая площадь контакта веществ. Далее части извести через собственный вес и местные сопротивления на специальных участках трубопровода будут выпадать в осадок.

Для улучшения понимания происходящих в устройстве процессов было принято решение о составлении математической модели работы устройства. Так же возможна разработка моделей работы данного устройства в различных программах визуализации физических процессов. Для создания модели был применен метода Астахова-Голубкова и решения этого метода, основанные на решениях Погуляева который базируется на решении волновых уравнений гидродинамических процессов в трубопроводах с граничными условиями в виде уравнений объёмных балансов. Для решения приняты допущения: давление в форсунке постоянное, давление в трубопроводе постоянное, утечек нет. Основаны на теории гидроудара.

$$\alpha_{сж} V_i \frac{dp_i}{dt} = \sum_{j=1}^n \sigma_j \mu_j f_j u_j + \frac{dV_i}{dt}$$

где:  $\alpha_{сж}$ -коэф сжатия топлива;  $V_i$ -объем итой камеры;  $p_i$ -давление итой камеры;  $n$ -число топливоподающих каналов;  $\sigma$ -знаковая функция;  $\mu$ -коэф. эффективного течения через отверстие соответствующего канала;  $f$ -минимальное сечения соответствующего канала;  $u$ -скорость течения топлива через отверстие канала.

Использование программ для визуализации результатов расчетов позволяет составить более полную картину протекающих в модели процессов. Кроме математического моделирования так же полезно переносить модель в уже готовую среду. Для улучшения понимания процессов, проходящих в эжекторе возможно применение различных пакетов моделирования гидродинамических процессов.

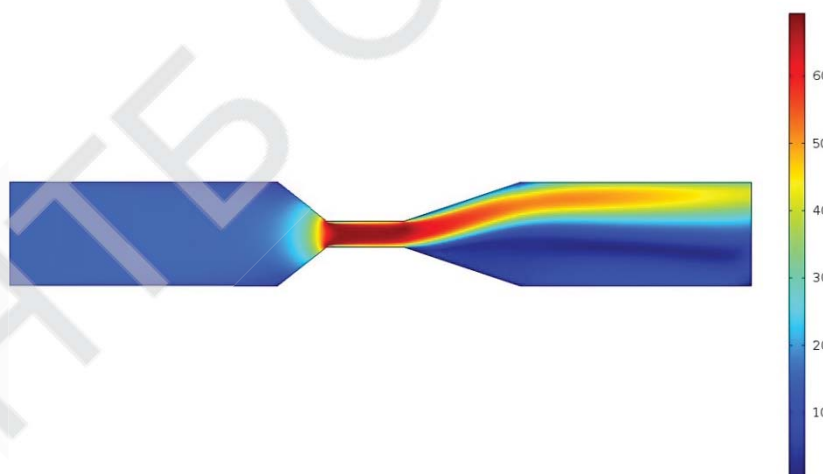


Рис. 1 – Распределение скорости потока в эжекторе

На рисунке 1 видно постепенное увеличение скорости потока при прохождении конфузора. В горловине можно наблюдать резкое скачкообразное увеличение скорости. На этом участке проводится впрыск хладагента (в этой модели не показан). В конфузоре же происходит распределение потока и постепенное уменьшение скорости. Так же из данной модели видно отделение высокоскоростного факела от общего потока и «налипания» его к верхней поверхности эжектора.

#### Выводы

Комплексное применение различных способов исследования, дает возможность наиболее широко раскрыть протекающие в установке процессы. В данном случае математическая модель по методу Астахова-Голубкова использовалась для моделирования процесса впрыска. А программы для моделирования

для создания впечатления о общих гидродинамических процессах в эжекторе. Было установлено наличие гидродинамического эффекта налипания потока к телу благодаря расчетным пакетам. Ранее предполагалось равномерное рассеивание потока на расширяющемся участке. Предположительно эффект Коанда является одним из решающих факторов благодаря которому возможно расслоение потоков на жидкий и газовый.

#### Литература

1. Математическая модель процесса впрыска топлива форсункой. Ю.Д. Погуляев дтн, Р.М. Байтимеров
2. Красников Г.Е., Нагорнов О.В., Старостин Н.В. Моделирование физических процессов с использованием пакета Comsol Multiphysics НИЯУ МИФИ, 2012. — 184 с.
3. Котельные установки промышленных предприятий Л. Н. Сидельковский, В. Н. Юренев

УДК 621.039

## ТЕПЛОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПАРОГАЗОВЫХ ВЗРЫВОВ В ПРОЦЕССЕ ТЯЖЕЛЫХ АВАРИЙ НА АЭС С ВВЭР

Козлов И.Л., канд. техн. наук, доцент, Скалзубов В.И., доктор техн. наук, профессор  
Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса

*Аннотация.* В работе проведен анализ известных подходов моделирования условий возникновения водородных и паровых взрывов в процессе тяжелых аварий (с повреждением ядерного топлива). Показано, что известные подходы оценки условий возникновения парогазовых взрывов не учитывают существенную динамичность процессов на начальных этапах развития тяжелой аварии и для «быстротекущих» сценариев разрушения защитных барьеров безопасности.

Предложен альтернативный метод оценки консервативных условий возникновения парогазовых взрывов тяжелых аварий в корпусных реакторах на основе общих положений теории неустойчивости, который учитывает существенную динамичность процессов и «цепную» детонацию водорода от паровых взрывов.

**Ключевые слова:** парогазовые взрывы, тяжелая авария, контейнмент, моделирование.

*Annotation.* The analysis of the known approaches simulate the conditions of hydrogen and steam explosions during severe accidents (with damage of the nuclear fuel). It is shown that the known approaches assess the conditions of steam and gas explosions do not account for a significant dynamic processes in the early stages of a severe accident, and "fleeting" on the collapse of the protective safety barriers

An alternative method for estimating the conservative conditions of steam and gas explosions in severe accidents tank reactors on the basis of the theory of general instability, which takes into account the essential dynamic processes and a "chain" detonation of hydrogen from steam explosions.

**Keywords,** steam-gas explosions, severe accident, konteynment, modeling.

Тяжелую аварию в корпусном реакторе АЭС ТМІ-2 (США) в 1997 году можно полагать началом глубоких исследований в области моделирования и анализа аварий с повреждением ядерного топлива.

Одним из ключевых вопросов моделирования и анализа тяжелых аварий является оценка условий сохранения целостности защитных барьеров безопасности (контейнмента и корпуса реактора). В результате многочисленных теоретических и экспериментальных исследований (аналитические обзоры которых приведены, например, в [1-4]) установлено, что основные механизмы разрушения защитных барьеров безопасности (ЗББ) связаны с парогазовыми взрывами (детонация водорода и/или паровые взрывы) и непосредственным контактом ЗББ с топливосодержащими массами (ТСМ).

Разрушительные парогазовые взрывы с катастрофическими экологическими последствиями, произошедшие в результате тяжелых аварий в ядерных реакторах 1-3 блоков и в районе бассейна выдержки отработанного ядерного топлива (БВ ОЯТ) 4 блока АЭС Fukushima-Daiichi, убедительно «продемонстрировали» актуальность воздействия парогазовой детонации на целостность ЗББ. Конечно, недостаток объективной информации о происходивших процессах и состояниях ЗББ до возникновения взрывов не позволяют сделать однозначные выводы о коренных причинах, условиях и механизмах произошедших разрушительных детонаций. Предварительный анализ имеющейся на тот момент информации, проведенный в [5], позволяет лишь предположить, что: на 1 блоке произошел взрыв водорода вне контейнмента; на 2 блоке произошло несколько паровых взрывов внутри контейнмента; на 3 блоке

SEVEN STEPS THE MIPS <i>Butenko D., Shevchenko R.</i> .....	149
ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ <i>Дзвоник М.О.</i> .....	152
LIFE CYCLE ASSESSMENT PHOTOVOLTAIC PANELS <i>Krestinkov I., Borsh K.</i> .....	154
ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОЛОГІЧНІЙ СКЛАДОВІЙ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ <i>Муріна О.В., Соколов Є.В.</i> .....	156
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ LCA В ЕКОЛОГІЧНОМУ УПРАВЛІННІ <i>Шевченко Р.І., Губіна В.Ю.</i> .....	158
LIFE CYCLE ASSESSMENT DAIRY INDUSTRY <i>Shevchenko Roman, Ph.D, Tolmachenko Anna</i> .....	161
LIFE CYCLE ASSESSMENT OF THE NEW GENERATION GAS-TURBINE MODULAR HIGH-TEMPERAURE NUCLEAR POWER PLANT <i>Paul Koltun</i> .....	164
ПІДПРИЄМСТВА ГАЛУЗІ ХЛІБОПРОДУКТІВ – ДЖЕРЕЛА ВПЛИВУ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ І ШЛЯХИ ЙОГО ЗМЕНШЕННЯ <i>Зацерклянний М.М.</i> .....	165
ВИКОРИСТАННЯ АЕРОБНИХ ДИСКОВИХ БІОФІЛЬТРІВ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ ДОМШОК <i>Зацерклянний М.М., Столевич Т.Б., Зацерклянний О.М.</i> .....	169
ПОВОДЖЕННЯ З ПИЛОВИДНИМИ ВІДХОДАМИ ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ <i>Шостік Д.І., Зацерклянний М.М.</i> .....	170
ПРІОРИТЕТНИЙ ЕЛЕМЕНТ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ НАФТОХІМІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА <i>Столевич Т.Б.</i> .....	171
БАЗОВІ ПРИЧИНИ НЕДОСКОНАЛОСТІ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА МУНІЦИПАЛЬНОМУ РІВНІ <i>Бахарєв В.С.</i> .....	172
ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПАЛИВНОГО ГОСПОДАРСТВА ТЕС ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ЗАКРИТОЇ СИСТЕМИ АСПІРАЦІЇ <i>Карамушко А. В. Буров О. О.</i> .....	173

## СЕКЦІЯ 5

<b>Енергетичні та екологічні проблеми теплоенергетики та енергомашинобудування. Енергетичні та екологічні проблеми харчової промисловості Оптиміальне управління процесами в теплоенергетиці і енергомашинобудуванні</b> .....	175
ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПАЛИВНОГО ГОСПОДАРСТВА ТЕС ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ЗАКРИТОЇ СИСТЕМИ АСПІРАЦІЇ <i>КАРАМУШКО А. В., Буров О. О.</i> .....	176
УЛУЧШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОУСТАНОВОК <i>Смирнова В.А., Арсирый А.Н.</i> .....	177
ВПЛИВ МІНЛИВОСТІ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНОГО ЧИННИКА НА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ОЦІНКИ СИСТЕМ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛЬ <i>Волощук В.А.</i> .....	179
ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ <i>Кіріяк Г.В., Арнаут О. І.</i> .....	181
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ЭЖЕКТОРЕ <i>Козут В. Е., Бушманов В. М., Бутовский Е. Д., Хмельнюк М. Г.</i> .....	182
ТЕПЛОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПАРОГАЗОВЫХ ВЗРЫВОВ В ПРОЦЕССЕ ТЯЖЕЛЫХ АВАРИЙ НА АЭС С ВВЭР <i>Козлов И.Л., Скалозубов В.И.</i> .....	184
МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДЕЯКИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ <i>Геллер В.З., Крайновіт М.С., Юшкевич А.В.</i> .....	187
СНИЖЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЯХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ <i>Мазур В.А., Петренко М. А.</i> .....	188
ТЕПЛОФІЗИЧНІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ПОРИСТОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ <i>Павленко А.М., Шумська Л.П.</i> .....	191
ОПТИМІЗАЦІЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРАМ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В АЕРОПОРТАХ <i>Радомська М.М., Черняк Л.М., Самсонюк О.В.</i> .....	197

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ  
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ім В.С. МАРТИНОВСЬКОГО  
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ, ЕНЕРГЕТИКИ  
ТА НАФТОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

## **МАТЕРІАЛИ**

**XVI Всеукраїнської  
науково-технічної конференції**

# **АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ**

**5-7 жовтня 2016 року, м. Одеса**

Підписано до друку 28.09.2016 р.  
Формат 60x84/8. Папір Офс.  
Ум. арк. 34,64 . Наклад 300 примірників.

Видання та друк: ФОП Грінь Д.С.,  
73033, м. Херсон, а/с 15  
e-mail: dimg@meta.ua  
Свід. ДК № 4094 від 17.06.2011