

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.	Котлик С.В.	Роженцев А.В.
Бошкова І.Л.	Крусір Г.В.	Сагала Т.А.
Бошков Л.З.	Мазур В.О.	Семенюк Ю.В.
Василів О.Б.	Мазур О.В.	Смирнов Г.Ф.
Гоголь М.І.	Мілованов В.І.	Тітлов О.С.
Дьяченко Т.В.	Морозюк Л.І.	Шпирко Т.В.
Желєзний В.П.	Нікулина А.В.	Хлієва О.Я.
Зацеркляний М.М.	Ольшевська О.В.	Хмельнюк М.Г.
Князева Н.О.	Плотніков В.М.	Хобин В.А.
Кологривов М.М.	Роганков В.Б.	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

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

произошел паровой взрыв, инициировавший более мощную водородную детонацию; в районе БВ ОЯТ 4 блока произошел взрыв водородсодержащей среды.

Можно также вспомнить, что именно парогазовый взрыв на 4 блоке Чернобыльской АЭС стал основной причиной катастрофических последствий.

В «дофукусимский» период основное внимание специалистов было связано с моделированием и анализом процессов горения/детонации водорода в контейнменте корпусных реакторов типа PWR, ВВЭР (контейнменты ВВЭР заполнены инертными газами). Фактически полагалось, что в реакторах обеспечена достаточная вентиляция по удалению парогазовой среды (даже при исходных аварийных событиях с «плотным» реакторным контуром); а вероятность возникновения паровых взрывов в реакторе или контейнменте крайне незначительна. В качестве условий (критериев) возникновения водородного взрыва обычно использовалась известная диаграмма Шапиро-Монффетти в координатах объемной концентрации «водород – воздух – пар»; а критические концентрации водорода: более 4% - 10% [3,4].

Относительно «дофукусимских» разработок в области моделирования и анализа возникновения парогазовых взрывов при тяжелых авариях в корпусных реакторах можно отметить (например, [1-5]):

1). Отсутствуют достаточно обоснованные критерии возникновения паровых взрывов при различных сценариях и стадиях развития тяжелых аварий.

2). Критерии взрыва водорода в диаграмме Шапиро-Монффетти обоснованы для квазистатических процессов. При существенно динамических процессах, характерных для начальных моментов развития тяжелых аварий на разных стадиях или для «быстротекущих» сценариев разрушения защитных барьеров безопасности критерии возникновения водородной детонации могут зависеть также от скорости изменения концентрации водорода, а соответственно и от скорости изменения теплогидродинамических и термохимических параметров [5].

3). Уроки Фукусимской аварии показали, что общепринятый ранее принцип исключения из рассмотрения (моделирование, анализ и противоаварийные мероприятия) относительно маловероятных событий (в т.ч. паровых взрывов) недопустим.

В «пост-фукусимский» период в монографии авторов [5] на основе упрощенного моделирования нестационарных теплогидродинамических процессов на внутри - и внекорпусной стадиях тяжелых аварий были предложены критерии возникновения парогазовых взрывов в форме зависимостей от предельно допустимых скоростей роста удельной энтальпии (i_T) топливосодержащих масс (ТСМ) и давления (P) в парогазовой среде.

На основе полученных критериев в [5] были на качественном уровне оценены эффективные области управления тяжелыми авариями для предотвращения парогазовых взрывов по расходу охлаждения ТСМ и вентиляции реактора/контейнмента. Однако, практическое применение полученных критериев ограничивается «избыточной» консервативностью допущений и недостаточной определенностью расчетных значений предельно допустимых скоростей роста i_T и P.

В представленной работе рассматривается альтернативный метод оценки критериев (условий) возникновения парогазовых взрывов на основе анализа теплогидродинамической неустойчивости процессов при тяжелых авариях на внутри - и внекорпусных стадиях.

Под паровым взрывом здесь подразумевается ударная волна интенсивного импульса давления, вызванного процессами межфазного взаимодействия. В качестве критерия возникновения парового взрыва определены условия спонтанного роста импульса давления, зависящие (в общем случае) от начальных и граничных условий сценариев развития тяжелых аварий и соответствующих механизмов процессов межфазного взаимодействия.

В качестве критерия возникновения водородной детонации предлагаются условия спонтанного устойчивого роста температуры ТСМ, зависящие в общем случае от начальных и граничных условий сценариев развития тяжелых аварий, а также от текущих параметров, определяющих процессы межфазного взаимодействия и внутреннего энерговыделения ТСМ. В отличие от общепринятых критериев водородной детонации (по предельной локальной концентрации водорода), предлагаемый критерий основан на том, что спонтанный устойчивый рост температуры ТСМ является достаточным условием генерации критических концентраций водорода в результате парциальной реакции.

Другие положения и допущения метода оценки условий возникновения парогазовых взрывов в корпусных реакторах и контейнментах на основе теории теплогидродинамической неустойчивости заключается в следующем:

1. Моделируется установившейся во времени динамический процесс развития тяжелой аварии при возникновении случайных (флуктуационных) «малых» возмущений (относительно установившихся) определяющих параметров парогазовых взрывов (удельная энтальпия/температура топливосодержащих масс (ТСМ) i_T / T_T и давление в парогазовом объеме P).

В зависимости от состояния системы и обратных связей взаимодействующих процессов такие возмущения могут либо «затухать» со временем (процесс устойчив), либо спонтанно возрастать (процесс неустойчив). Условия спонтанного возрастания давления и температуры ТСМ полагаются условиями возникновения парогазовых взрывов (парового взрыва и детонации водорода).

2. Основным источником интенсивного парообразования и генерации водорода является межфазные теплогидродинамические процессы и термохимические реакции ТСМ.

3. Для упрощения анализа полагается, что изменения плотности внутренних источников энергии ТСМ (Q_{VT}), тепловых потоков между ТСМ и парогазовой средой ($q_{ПТ}$), а также между ТСМ и жидким охладителем ($q_{ЖТ}$) определяются изменениями энтальпии (температуры) ТСМ; изменения плотности парогазовой среды ($\rho_{П}$), скорости конденсации ($G_{КОН}$) и распространения возмущений ($a_{П}$) определяются изменениями давления в парогазовой среде.

Также консервативно полагается, что расход охлаждения ($G_{ЖО}$) полностью идет на парообразование в результате теплового межфазного взаимодействия с ТСМ.

Тогда, с учетом принятых допущений скорости изменения удельной энтальпии ТСМ и давления (определяющих параметров парогазовых взрывов) можно представить в виде [5]:

$$\frac{di_T}{dt} = \frac{Q_{VT}(i_T) - q_{ПТ}(i_T)P_{ПТ} - q_{ЖТ}(i_T)P_{ЖТ}}{M_T} = K_1(i_T), \quad (1)$$

$$\frac{dP}{dt} = \frac{G_{ЖО} - G_{КОН}(P) \cdot (1 - \rho_{П} / \rho_{Ж}) - G_{ВЕН}}{V_{ПТ} \left[\frac{1}{a_{П}^2(P)} + \frac{\partial \rho_{П}}{\partial i_{П}} \cdot \frac{\partial i_{П}}{\partial P} \right]} = K_2(P), \quad (2)$$

где $P_{ПТ}$, $P_{ЖТ}$ – контактная площадь поверхности теплообмена между парогазовой средой и ТСМ, жидким охладителем и ТСМ соответственно;

M_T – общая масса ТСМ;

$G_{ЖО}$, $G_{ВЕН}$ – массовые расходы жидкого охладителя и вентиляции парогазовой среды соответственно;

$\rho_{П}$, $\rho_{Ж}$ – плотность парогазовой среды и жидкости соответственно;

$V_{ПТ}$ – «свободный» парогазовый объем.

Текущие значения всех параметров, входящих в правую часть критериев (1), (2), могут быть определены на основе детализированного моделирования «тяжелоаварийными» кодами при начальных и граничных условиях различных сценариев развития тяжелой аварии на внутри- и внекорпусной стадиях (например, [4]).

В возмущениях (δ) определяющих параметров парогазовых взрывов при тяжелых авариях уравнения (1), (2) имеют вид:

$$\frac{d\delta i_T}{dt} = \frac{\partial K_1}{\partial i_T} \delta i_T, \quad (3)$$

$$\frac{d\delta P}{dt} = \frac{\partial K_2}{\partial P} \delta P \quad (4)$$

Решения (3), (4):

$$\delta i_T(t) \sim \exp\left(\int_0^t \frac{\partial K_1}{\partial i_T} dt\right), \quad (5)$$

$$\delta P(t) \sim \exp\left(\int_0^t \frac{\partial K_2}{\partial P} dt\right) \quad (6)$$

Таким образом, теплогидродинамические критерии возникновения парогазовых взрывов:

$$\frac{\partial K_1}{\partial i_T}(t) > 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial K_2}{\partial P}(t) > 0 \quad (8)$$

Текущие значения критериев парогазовых взрывов в процессе развития тяжелой аварии определяются на основе численного дифференцирования феноменологических зависимостей, моделирующих плотность

внутренних источников энерговыделений ТСМ, межфазного теплообмена, скорости конденсации и распространения возмущений в парогазовой среде; а также текущих значений расходов охлаждения и вентиляции, температуры ТСМ и давления в парогазовом объеме.

Выводы

В отличие от ранее известных подходов моделирования условий возникновения парогазовых взрывов при развитии тяжелой аварии в корпусе/контейменте корпусных ядерных реакторов предложенный метод позволяет:

1. Учесть существенную динамичность процессов, характерных для начальных этапов развития тяжелой аварии на внутри и внекорпусной стадиях, а также для наиболее опасных «быстротекущих» сценариев разрушения защитных барьеров безопасности.

2. Учесть возможность горения/взрыва водорода в результате «цепной» детонации, вызванной паровыми взрывами, в процессе которых может дополнительно (к термохимическим реакциям) генерироваться водород и кислород критических концентраций.

Предложенные критерии парогазовых взрывов могут применяться только как дополнения к детализированным кодам, моделирующим изменения текущих теплогидродинамических параметров в процессе развития тяжелых аварий при начальных и граничных условиях различных сценариев внутри- и внекорпусных стадиях.

Основные ограничения предложенного метода связаны с принятыми допущениями и упрощениями, что и составляет предмет дальнейшего изучения и усовершенствования.

Литература

1. IAEA Training in Level 2 PSA/ Severe Accident Phenomena. – 2006.
2. Кузнецов Ю.Н. Теплообмен в проблеме безопасности ядерных реакторов. М.: Энергоатомиздат, 1989 г.
3. Скалозубов В.И., Ключников А.А., Колыханов В.Н. Основы управления запроектными авариями с потерей теплоносителя на АЭС с ВВЭР // Национальная академия наук Украины. Институт проблем безопасности АЭС: Чернобыль-2010 г.
4. Support provided by the SARNET in the Framework Programs of Research of the European Commission // Academic press is an imprint of Elsevir – 2012.
5. Скалозубов В.И., Ключников А.А., Вашенко В.Н. Анализ причин и последствий аварии на АЭС Fukushima как фактор предотвращения тяжелых аварий в корпусных реакторах // Национальная академия наук Украины. Институт проблем безопасности АЭС: Чернобыль - 2012 г.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДЕЯКИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Геллер В.З., д.т.н., проф., Крайносвіт М.С., Юшкевич А.В., студенти
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Парижська конференція по клімату (COP21, грудень 2015 р) прийняла міжнародну домовленість, згідно якій всі країни - члени ООН взяли на себе обов'язок по підтриманню підвищення середньої температури планети на рівні нижче 2°C (цей рівень розрахований кліматологами як порогове збільшення, після якого почнуться необратимі кліматичні зміни), а також про повне зупинення викидів парникових газів в атмосферу починаючи з 2060-2075 рр. Один із шляхів рішення задач, поставлених COP21, заключається в розробці та використанні нових енергозберігаючих технологій та, в частині, в накопленні (в основному, за рахунок відновлюємих джерел) та подальшому використанні енергії за допомогою сучасних накопичувачів електроенергії (літій-іонні аккумулятори) та тепла (теплонакопичувачі).

Аккумулятори, розроблені фірмою Tesla для домашнього використання (Tesla Powerwall) випускаються у двох модифікаціях - ємністю 7 і 10 кВт•г. Сумарну ємність можливо збільшити до 90 кВт•г. Рішенням для промислових підприємств є аккумулятори Tesla Powerpack [1]. Їх особливість – здатність наращувати потенційну ємність до декількох ГВт•г. Такі аккумулятори можуть стати основними, і що найголовніше – екологічним джерелом електроенергії. Українськими спеціалістами розроблені літій-іонні аккумулятори Serenis ESS з аналогічними показниками.

Ми проаналізували можливості використання аккумуляторів Tesla Powerpack для енергозабезпечення промислових підприємств різної площини (от 500 до 5000 м²), при цьому зарядка аккумуляторів передбачена як за рахунок відновлюємих джерел енергії, так і при використанні диференційованих по часу доби тарифів на використовувему електроенергію. Для теплоснабження, в тому числі допоміжних, офісних і

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-TEMPERATURE 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>Бахарев 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

Енергетичні та екологічні проблеми теплоенергетики та енергомашинобудування. Енергетичні та екологічні проблеми харчової промисловості Оптиміальне управління процесами в теплоенергетиці і енергомашинобудуванні	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