

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 2:

**ПРОЦЕСИ ТЕПЛОМАСООБМІНУ
І ТЕПЛОМАСООБМІННІ АПАРАТИ**

**НАНОТЕХНОЛОГІЇ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ
І ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ**

**ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕПЛОНОСІЇВ
І РОБОЧИХ ТІЛ**

Література

1. Адамар, Ж. Задача Коши для линейных уравнений с частными производными гиперболического типа. [Текст] / Ж. Адамар. – М.: Наука, 1978. – 352 с.
2. Шашков, А. Г. Волновые явления теплопроводности [Текст] / А.Г. Шашков, В.А. Бубнов, С.Ю. Яновский. – М., Эдиториал УССР, 2004. – 296 с.
3. Риман, Б. Математическое сочинение, в котором содержится попытка дать ответ на вопрос, предложенный знаменитейшей Парижской Академией [Текст] / Б. Риман. – Соч. М.; Л.: Гос. Техн.-теор. – Изд-во, 1948. – 339 с.
4. Лыков, А. В. Теория теплопроводности [Текст] / А. В. Лыков. – М., 1967. – 559 с.
5. Карташов, Э. М. Краевые задачи для гиперболических моделей переноса. Математические методы и информационные технологии в химии и химической технологии [Текст] / Э.М. Карташов // Вестн. МИТХТ, 2008. – Т. 3, № 3. – С. 20-22.
6. Исаев, К. Б. К вопросу об учете конечной скорости распространения тепла в твердом теле [Текст] // Тр. V Минского межд. форума по теплообмену ММФ-2004. – Минск: ИТМО НАНБ, 2004. – С. 1-6.
7. Формалев, В.Ф. Возникновение и распространение тепловых ударных волн в нелинейных твердых средах [Текст] / В. Ф. Формалев, Е.Л. Кузнецова, И. А. Селин // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2013. – Т. 19, № 2. – С. 278-285.
8. Maurer, M. J. Non-Fourier Effects at High Heat Flux [Text] / M. J. Maurer, H. A. Thompson. // ASME J. of Heat Transfer, 1973. – Vol. 95. – P. 284-286.
9. Chester, M. Second sound in solids / M. Chester // Phys. Rev. – 1963. V. 131. – P. 2013-2015.
10. Никитенко, Н. И. Исследование нестационарных процессов тепло- и массообмена методом сеток [Текст] / Н. И. Никитенко. – К.: Наук. думка, 1971. – 266 с.
11. Решение краевых задач методом Монте-Карло [Текст] / Б.С. Елепов, А.А. Кронберг, Г.А. Михайлов, К.К. Сабельфельд // Новосибирск: Наука, 1980. – 173 с.
12. Самарский, А.А. Методы решения сеточных уравнений [Текст] / А.А. Самарский, Е.С. Николаев. – М.: Наука, 1978. – 592 с. Численные методы [Текст] / Н.С. Бахвалов, Н.С. Жидков, Г.М. Кобельков. – М.: Наука, 1987. – 632 с.
13. Кудинов, В.А. Об одном методе получения точного аналитического решения гиперболического уравнения теплопроводности на основе использования ортогональных методов [Текст] / В.А. Кудинов, И.В. Кудинов // Вестн. Сам. Техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. Наук. – 2010. - № 5 (21). – с. 159-169.

УДК 629.7.063.7

ПРОЦЕССЫ ТЕПЛОМАССОБМЕНА МАСЛЯНО-ВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ В ГТД

**Михайленко Т. П., канд. техн. наук, доцент, Петухов И.И., канд. техн. наук, доцент,
Лисица А. Ю., канд. техн. наук, Немченко Д. А., аспирант, Дуанссина Омар Хадж Аисса, аспирант
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", г. Харьков**

Аннотация Наличие двухфазной среды – важнейшая особенность работы маслосистемы ГТД. Исследование процессов теплообмена масловоздушной смеси в системе смазки и трубопроводах двигателя летательного аппарата является одной из актуальных технических задач. Рассматриваются особенности протекания теплогидравлических процессов в маслосистеме ГТД и направления по усовершенствованию подходов к их описанию.

Ключевые слова: газотурбинный двигатель, маслосистема, двухфазный поток, масловоздушная смесь, процессы теплообмена.

Annotation The presence of two-phase medium is the most important feature of a gas turbine engine oil system. Research of heat and mass transfer processes of oil-air mixture in the pipelines and parts of oil system of aircraft gas turbine engine is one of the urgent technical problems. The features of heat and hydraulic processes in the oil system of GTE and directions for improvement of approaches to their description are considered.

Keywords: gas turbine engine, oil system, two-phase flow, oil-air mixture, processes of heat and mass transfer.

Авиационные газотурбинные двигатели (ГТД) и созданные в процессе их конверсии наземные газотурбинные установки различного назначения являются газодинамическими машинами, предполагающими высокие скорости вращения роторов. Надежная работа ГТД во многом определяется совершенством масляной системы (МС). Нарушения подачи масла к подшипникам и зубчатым зацеплениям

могут привести к перегреву двигателя, разрушению подшипников, заклиниванию ротора, в итоге – к остановке или даже к разрушению двигателя.

Маслосистема авиадвигателя обеспечивает смазку и охлаждение подшипниковых узлов, поддерживая их работоспособность на всех эксплуатационных режимах в течение ресурсного времени. Основными требованиями, предъявляемыми к системе смазки ГТД, являются [1, 2]:

- смазка трущихся поверхностей;
- отвод тепла, выделяющегося при трении и передающегося от соседних более нагретых деталей;
- защита трущихся поверхностей от коррозии и наклепа;
- удаление из узлов трения продуктов износа деталей и коксования масла;
- снижение шума в узлах трения и зубчатых зацеплениях.

Маслосистема в общем случае состоит из масляного бака, масляного радиатора, внешних и внутренних трубопроводов, нагнетающих и откачивающих насосов, масляных фильтров, воздухоотделителей, маслоохладителей, суфлеров, редукционных, обратных и предохранительных клапанов, форсунок и приборов контроля.

Широкое распространение получили разного рода циркуляционные схемы, пример одной из таких схем [3] показан на рис.1. В циркуляционных системах масло движется по замкнутому контуру и многократно используется для смазки и охлаждения узлов двигателя. Расход масла незначителен и определяется в основном потерями через суфлирующее устройство. Для обеспечения нормальной смазки и охлаждения возникает необходимость в высокой кратности циркуляции масла через двигатель. Подготовка масла к очередному циклу смазки сводится к его охлаждению, очистке от механических примесей, образовавшихся во время работы в двигателе, и отделению воздуха. Они значительно сложнее разомкнутых, но позволяют обеспечить смазку двигателя в течение многих часов работы двигателя с небольшим количеством масла.

В процессе эксплуатации двигателя могут возникать нарушения в работе маслосистемы независимо от выбранной схемы. К наиболее характерным причинам ухудшения работы системы смазки относятся отклонения давления и температуры масла от значений, указанных в инструкции по эксплуатации, повышенный расход масла.

Повышенный расход масла, как правило, наблюдается в случае возникновения утечек через уплотнения, что свидетельствует об ухудшении их работы. Утечки масла сопровождаются повышением температуры масла и падением давления. При повышении температуры масла из него начинают испаряться легкие фракции, вязкость масла увеличивается, ухудшая его пусковые качества. Кроме того, масло может начать разлагаться и окисляться. Продукты окисления приводят к изменению физико-химических свойств масла, загрязнению двигателя. Понижение давления масла может привести к кавитации насоса.

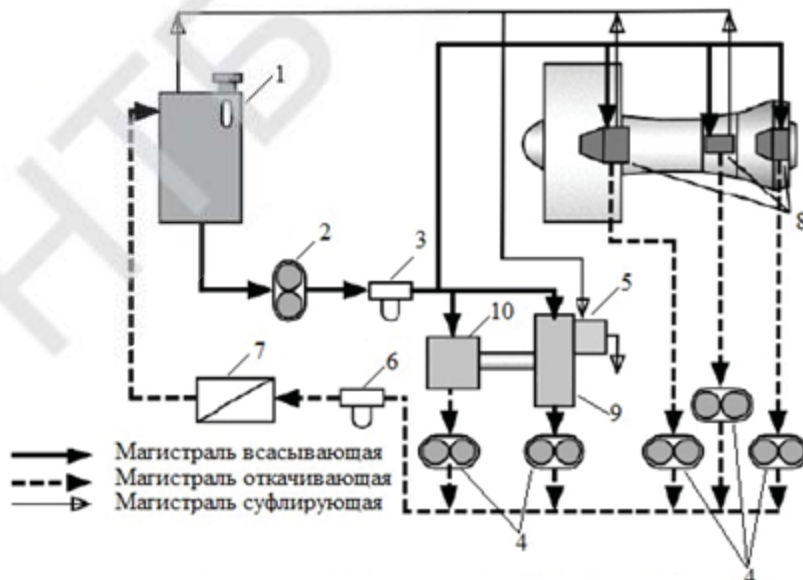


Рис. 1 – Принципіальна схема циркуляційної маслосистеми ГТД:
1 - масляний бак; 2 – нагнетаючий насос; 3,6 – фільтр; 4 – блок откачиваючих насосів;
5 – суфлер; 7 – тепломасляний теплообмінник; 8 – узли тріння двигателю;
9 – коробка приводів; 10 – роздаточна коробка

Поскольку смазка осуществляется путем распыла и разбрызгивания масла, а движущиеся в масляных полостях элементы конструкции приводят к интенсивному его барботажу, в откачивающие магистрали вместе с маслом попадает воздух, а в суфлирующие воздушные магистрали – масло. Поэтому поток практически во всех элементах маслосистемы является двухфазным. В нагнетательной магистрали также может быть значительное количество пузырьков. Наличие двухфазной среды – важнейшая особенность работы маслосистемы ГТД. Воздушно-масляная эмульсия образуется также за счет выделения воздуха из масла при уменьшении внешнего давления.

При всплывании пузырьки образуют на поверхности масла пену. Воздух, находящийся в масле, снижает высоту системы, ухудшает смазку подшипников, уменьшает охлаждающую способность масла, приводит к повышенному расходу его из-за выброса пены через суфлирующие магистрали. Кроме того, наличие пены обуславливает ускоренное окисление масла вследствие его нагрева при сжатии в насосе. При интенсивном пенообразовании возможно образование паровой пробки и как следствие возникновение масляного голодания. Ввиду выше изложенного необходимо предпринимать меры по улучшению работы масляной системы еще на этапе ее проектирования.

В настоящее время проектирование маслосистем ГТД в значительной степени опирается на опытные данные и технологии, сложившиеся более 20 лет назад. Тенденции развития авиационных двигателей, направленные на снижение удельного расхода топлива и вредных выбросов, предполагают более высокие нагрузки и температуры в двигателе. Это ужесточает требования к маслосистемам и ведет к необходимости совершенствования их схем и элементов с использованием современных методов моделирования и проектирования, накопленных знаний о рабочих процессах. Обзор публикаций последних лет подтверждает актуальность работ в этом направлении, которые имеют целью снижение расхода масла наряду с улучшением охлаждающих характеристик, уменьшение массы системы смазки за счет упрощения конструкции ее элементов, снижение эксплуатационных затрат и повышение надежности.

При проектировании маслосистемы двигателя возникает необходимость расчета точного расхода смеси и потерь давления в трубопроводах, расчета теплообмена между смесью и элементами системы смазки, расчета критических режимов течения смеси в трубопроводах и местных сопротивлениях.

Практически в любом элементе маслосистемы движется не однофазная жидкость – масло, а смесь его с воздухом, причем часть воздуха растворена в масле. Состав раствора зависит от вида масла, его температуры и давления и может отличаться от равновесного при быстром изменении этих параметров. Всегда нуждаются в оценке вопросы учета концентрации паров масла в воздухе, отличия состава паровой и жидкой фаз масла. Последнее, например, может приводить к изменению состава масла в процессе эксплуатации из-за уноса воздухом легкокипящих компонентов. Менять свойства масла может также окисление его компонентов при контакте с воздухом.

Следует оценивать также влияние паров воды, содержащихся в исходном воздухе и продуктах сгорания, на свойства многокомпонентной системы. В отличие от воздуха, вода при параметрах рабочего процесса маслосистемы может претерпевать фазовый переход. Все это в совокупности с существенным изменением теплофизических свойств масла в ходе рабочего процесса также усложняет задачу моделирования маслосистем.

Структура двухфазного потока меняется по всему контуру маслосистемы. В откачивающей магистрали с объемным газосодержанием потока от 0,7 до 0,1 возможны пенный, расслоенный, снарядный или пузырьковый режимы течения. В нагнетательном контуре – пузырьковый режим течения. В суфлирующей магистрали поток имеет, как правило, дисперсную или дисперсно-кольцевую структуру с газосодержанием, близким к единице. Эту особенность нужно учитывать при тепловом и гидравлическом расчете, поскольку на перепад давления и теплоотдачу влияют не только газосодержание и теплофизические свойства фаз, но и режим течения (структура) двухфазного потока.

В связи с этим при расчете маслосистемы вряд ли продуктивно разделить расчеты на тепловой и гидравлический. Даже при чисто жидкостном адиабатном течении необходимо учитывать изменение вязкости масла с температурой. Для двухфазного потока изменение температуры и давления меняют не только теплофизические свойства фаз, но также газосодержание, плотность и скорость смеси. Это прямо влияет на гидравлические потери и условия теплообмена.

Кроме того, при определенных сочетаниях параметров может меняться структура двухфазного потока, влияние которой весьма существенно. Известные карты режимов течения [4, 5] носят лишь качественный характер и получены, в основном, при анализе течения водовоздушных и пароводяных потоков в трубах. Поэтому вопросы идентификации структуры двухфазной масляно-воздушной смеси даже для прямолинейных участков и установившегося течения не определены. Конфигурация трубопроводов маслосистемы с поворотными участками различной ориентации относительно силы тяжести, влияние гравитации из-за относительно малой скорости потока в отдельных каналах еще больше усложняют эту задачу.

Еще одна особенность двухфазных потоков связана с низкими значениями равновесной скорости звука. Для отдельных структур это может качественно изменить характер течения уже при скоростях потока 10-20 м/с. Отдельного исследования требуют также вопросы образования двухфазного потока при смешении воздуха и масла, разделения смеси в криволинейных каналах и вращающихся элементах центробежных сепараторов фаз.

Перечисленные задачи могут решаться с использованием экспериментальных данных и расчетных методов для различных режимов течения двухфазной смеси.

Исследование процессов тепломассообмена масляно-воздушной смеси в системе смазки двигателя летательного аппарата является одной из актуальных технических задач. Математическое моделирование сложных процессов основывается на рассмотрении системы уравнений, содержащей фундаментальные уравнения математической физики, начальные и граничные условия. В рассматриваемых случаях всё сводится к моделированию внутренних течений двухфазных потоков в каналах различной геометрии, жидкая и газообразная фаза которых обмениваются массой, теплотой и количеством движения. Разработка математической модели, программная реализация численных методов решения задач гидродинамики и тепломассообмена двухфазных потоков представляет самостоятельную научную задачу. На основании результатов численного исследования можно будет делать выводы относительно эффективности того или иного элемента системы и затем принимать дальнейшие решения по улучшению работы маслосистемы. Результаты математической модели могут быть использованы при проектировании и оптимизации системы смазки ГТД.

На данный момент известны методики тепловых и гидродинамических расчетов однофазного течения в маслосистеме [6], разработаны специальные программные комплексы, позволяющие анализировать распределение расхода, давления и температуры масла на различных участках системы смазки. Однако такой подход приводит к большим погрешностям в виду того, что параметры потока в значительной степени определяются свойствами и характером поведения компонентов в смеси.

Выводы

Проведенный обзор литературы показывает актуальность работ по модернизации маслосистем ГТД в связи с необходимостью повышения надежности и улучшения эксплуатационных характеристик двигателя.

На данный момент известны методики тепловых и гидродинамических расчетов однофазного течения в маслосистеме. Однако такой подход приводит к большим погрешностям ввиду того, что параметры потока во многом определяются газосодержанием, концентрацией паровой и жидкой фаз масла. В процессе эксплуатации двигателя происходит изменение состава масла вследствие окисления его компонентов, при уносе легкокипящих составляющих воздухом. В результате изменяется структура потока меняются теплофизические свойства масляно-воздушной смеси. Например, при переходе от пузырькового к пробковому режиму течения вязкость смеси снижается, тем самым ухудшая смазку опор трения, увеличение газосодержания приводит к ухудшению отвода теплоты от узлов трения в масло.

Исследования по представленным направлениям требуют теоретических подходов к решению задач, применение современных программных пакетов для проведения численных экспериментов, наличие стендовой базы. В частности, разработка методики теплогидравлического моделирования маслосистемы с целью оптимизации ее работы и упрощения проектирования является одной из перспективных задач. Данная тема изучена мало, несмотря на широкий ряд существующих тепловых моделей для однофазной жидкости и моделей отдельных элементов системы.

Вопрос идентификации режимов течения масляно-воздушного потока на различных участках системы уже решается, но единой методики расчетов пока нет. Поэтому актуальной является разработка методики расчета процессов тепломассообмена и потерь давления при течении масляно-воздушной смеси в трубопроводах и элементах системы смазки.

Литература

1. Иноземцев, А.А. Автоматика и регулирование авиационных двигателей и энергетических установок. Системы [Текст]: Т. 5, сер. Газотурбинные двигатели / А.А. Иноземцев, М.А. Нихамкин, В.Л. Сандрацкий. - М.: Машиностроение, 2008. – 200с.
2. Домотенко, Н.Т. Масляные системы газотурбинных двигателей [Текст] / Н.Т. Домотенко, А.С. Кравец. - М.: Транспорт, 1972. – 96 с.
3. Бич, М.М., Смазка авиационных газотурбинных двигателей [Текст] / М.М. Бич, Е.В. Вейнберг, Д.Н. Сурнов; под ред. Г.С. Скубачевского. - М.: Машиностроение, 1979. - 176с.
4. Батгерворс, Д. Теплопередача в двухфазном потоке [Текст] / пер. с англ. А.В. Ягова [и др.] / под ред. Д.А. Лабунцова. – М.: Энергия, 1980. – 328с.
5. Лабунцов, Д.А. Механика двухфазных систем: учеб. пособие для вузов [Текст] / Д.А. Лабунцов, В.В.Ягов – М.: Изд-во МЭИ, 2000. –374 с.
6. Lu Yaguo. Numerical simulation of aero engine lubrication system [Text] / Lu Yaguo, Liu Zhenxia, Huang Shengqin // ASME Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, 2009. - Vol.131. –P. 34-36.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії теплові насоси та тепловикористовуючі холодильні машини і агрегати	3
СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ НА ОСНОВІ ТЕПЛООВОГО НАСОСА ТА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ГРУНТОВОГО КОЛЕКТОРА <i>Басок Б.І., Недбайло О.М., Ткаченко М.В., Божко І.К.</i>	4
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА УТВОРЕННЯ ПАЛИВНИХ ПЕЛЕТ, ЩО ВМІЩУЮТЬ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ ПОЛІЕТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТУ (ПЕТФ) <i>Клименко В.В., Кравченко В. І., Личук М.В., Солдатенко В.П.</i>	7
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УКРАИНЫ <i>Стоянов П.Ф., Лагутин А.Е.</i>	9
ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ ПАРИ СИСТЕМ ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ <i>Кошельнік О.В.</i>	11
СИСТЕМА УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ДИМОВИХ ГАЗІВ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ СКЛЯНОГО ВИРОБНИЦТВА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПЛАСТИНЧАСТИХ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ <i>Кошельнік О.В., Долобовська О.В.</i>	12
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК ПОРІВНЯНО З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ <i>Остапенко О. П.</i>	13
НАУКОВІ ОСНОВИ З ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК <i>Остапенко О. П.</i>	15
ЭФФЕКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК ДЛЯ ПОДОГРЕВА МАЗУТА <i>Потапов М.Д., Дорошенко Ж.Ф.</i>	17

СЕКЦІЯ 2

Процеси тепломасообміну і тепломасообмінні апарати. Нанотехнології в теплоенергетиці і енергомашинобудуванні. Теплофізичні властивості теплоносіїв і робочих тіл	19
СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ КОНДЕНСАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ <i>Бутовский Е. Д., Козут В. Е., Бушманов В. М., Хмельнюк М. Г.</i>	20
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ У ТРУБЧАТОМУ УТИЛІЗАТОРІ ТЕПЛОТИ ГАЗІВ, ЩО ВІДХОДЯТЬ З ДОМЕННОГО ВИРОБНИЦТВА <i>Ганжа А. М., Засць О. М.</i>	22
МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ З УРАХУВАННЯМ РОЗПОДІЛУ ЛОКАЛЬНИХ ІНТЕНСИВНОСТЕЙ ТЕПЛООБМІНУ <i>Ганжа А. М., Марченко Н. А., Підкопай В. М.</i>	24
КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННИКА ДЛЯ МИКРОВОЛНОВОГО ЭКСТРАКТОРА <i>Георгиев Е.В.</i>	26
ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОС У КОНВЕКТИВНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ КОМІРКАХ З ПАРАБОЛІЧНИМ ПРОФІЛЕМ ДНА І ТВЕРДИМИ ГРАНИЧНИМИ УМОВАМИ <i>Іванюк М. І., Андрєєва О. Л., Кулик О. П.</i>	28
К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ <i>Колесниченко Н.А., Волгушева Н. В., Бошкова И.Л.</i>	30
ПРОЦЕССЫ ТЕПЛОМАСООБМЕНА МАСЛЯНО-ВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ В ГТД <i>Михайленко Т. П., Петухов И.И., Лисица А. Ю., Немченко Д. А., Дуаиссия Омар Хадж Аисса</i>	33

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