

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 2:

**ПРОЦЕСИ ТЕПЛОМАСООБМІНУ
І ТЕПЛОМАСООБМІННІ АПАРАТИ**

**НАНОТЕХНОЛОГІЇ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ
І ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ**

**ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕПЛОНОСІЇВ
І РОБОЧИХ ТІЛ**

СТРУЙНЫЕ АППАРАТЫ В СИСТЕМАХ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЖИДКОСТИ

Петухов И. И. канд. техн. наук, доцент, Шахов Ю.В.

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", г. Харьков

Аннотация Рассмотрен рабочий процесс неогнофазных струйных аппаратов для охлаждения и получения шугообразного состояния жидкости, подходы к его математическому моделированию, приведены результаты теоретического и экспериментального исследования. Разработанные методы использованы для исследования процессов замораживания ягод и производства "жидкого льда", термообработки молока и соков.

Ключевые слова: струйный аппарат, фазовые переходы, охлаждение, замораживание, шугообразное состояние.

Annotation The multiphase jet devices working process is considered for liquid cooling and liquid slush state generation, approaches to its mathematical simulation, the results of theoretical and experimental research are resulted. The developed calculation methods were used for berries freezing processes and "liquid ice" production investigations, milk and juice heat treatment.

Keywords: jet device, phase transitions, cooling, freezing, slush state.

Задачи охлаждения и кристаллизации жидкости или насыщенных ею структур имеют широкое распространение в аэрокосмической и низкотемпературной технике, пищевой и перерабатывающей промышленности, представляют интерес при осушении водонасыщенных шламов, при разделении многокомпонентных смесей и в других областях. Интенсификация этих процессов позволяет уменьшить габариты и массу теплообменников, время процесса. В технике криогенных топлив малые габариты и масса охлаждающих устройств в ряде случаев определяют саму возможность их использования. Малое время охлаждения позволяет значительно повысить качество продукта при высокотемпературной термообработке молока и других пищевых растворов.

Интенсификация теплообмена в поверхностных теплообменниках сопряжена с ростом габаритов, массы и гидравлических потерь. Определенными преимуществами в этом смысле обладают системы с испарительным охлаждением жидкости. Достаточно широко такое охлаждение используется для криогенных жидкостей, особенно в аэрокосмических комплексах заправки и термостатирования жидких кислорода и водорода.

Наиболее простым для реализации является метод вакуумирования парового пространства емкости [1]. Однако в этом случае полное давление охлаждаемой жидкости снижается до давления насыщения, возможно температурное расслоение жидкости по высоте емкости, попадание в нее атмосферного воздуха, не используется располагаемая работа пара. Отмеченные недостатки в значительной мере устраняются в струйном охладителе жидкости (СОЖ) [2]. Охлаждение здесь реализуется в потоке при истечении вскипающей жидкости из сопла, когда снижается не полное, а статическое давление жидкости.

Идеализированный рабочий процесс устройства приведен на рис. 1. В геометрическом сопле 1 происходит изоэнтропное расширение потока от давления P_1 на входе до давления P_2 на срезе, которое отвечает давлению насыщения для заданной температуры охлажденной жидкости и обеспечивает двухфазное, а при получении шуги трехфазное состояние в сечении 2. Точка "S" соответствует началу парообразования в потоке вскипающей жидкости. Парожидкостный поток на срезе сопла имеет более низкую, чем на входе, температуру и обладает кинетической энергией $W_2^2/2$. Причем скорость W_2 больше той, которая реализуется при расширении жидкости без вскипания.

В сепараторе 2 поток без изменения кинетической энергии разделяется на фазы. Паровая фаза отводится через сечение 6, а охлажденная жидкость восстанавливает свое давление в диффузоре 3. За счет работы, совершаемой паром при совместном расширении в сопле, полное давления P_5 охлажденной жидкости на выходе СОЖ в идеализированном процессе всегда больше давления P_1 на входе (см. рис.1). Доля образующегося в сопле пара тем выше, чем больше требуемая величина захлаживания жидкости $\Delta T_{15} = T_1 - T_5$. Поэтому с ростом ΔT_{15} увеличивается и величина ΔP_{15} приращения полного давления жидкости в СОЖ (рис. 2). Там же приведена зависимость от величины захлаживания доли $K_B = m_2/m_1$ охлажденного водорода. В режиме переохлаждения, когда давление на срезе сопла ниже атмосферного, доля охлажденного водорода K_B значительно выше, чем в случае охлаждения.

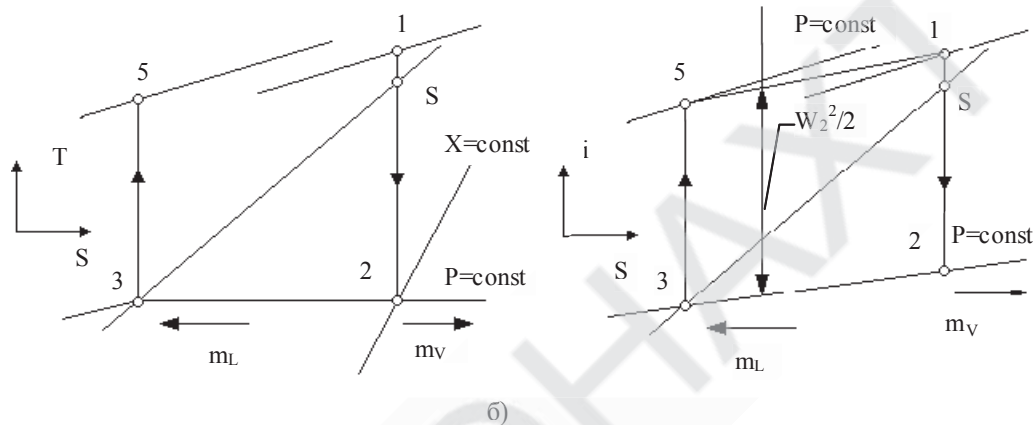
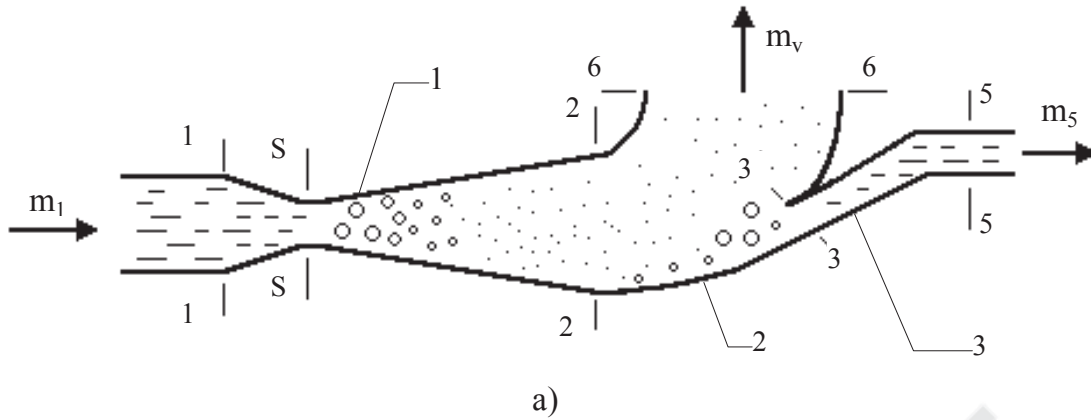


Рис. 1 – Идеализированный рабочий процесс СОЖ
 а) схема СОЖ: 1 - сопло; 2 - поверхностный сепаратор; 3 - диффузор;
 б) идеализированный рабочий процесс СОЖ в T, S – и i, S – координатах

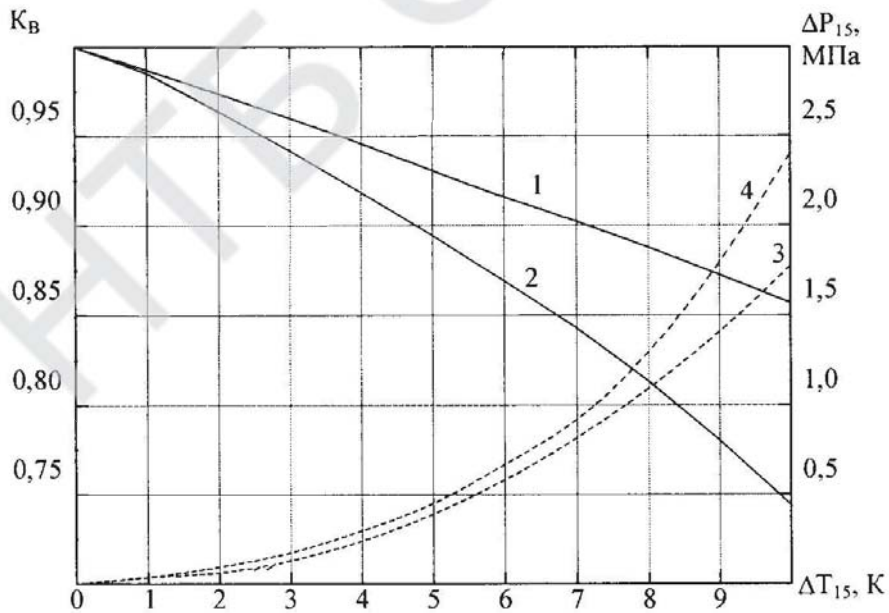


Рис. 2 – Зависимость прироста полного давления ΔP_{15} и доли $K_B = m_5/m_1$ охлажденного водорода от величины захлаживания жидкости ΔT_{15} .
 $P_1 = 0,6 \text{ МПа}$; 1, 2 - K_B ; 3, 4 - ΔP_{15} ; 1, 4 - $P_2 = 8 \text{ кПа}$; 2, 3 - $P_2 = 100 \text{ кПа}$.

Для жидких кислорода, азота и метана потери жидкости на испарение практически одинаковы как для охлаждения, так и для переохлаждения. При охлаждении на 5 К до состояния насыщения при атмосферном давлении необходимо испарить 3,2 % метана, 4,5 % азота, 3,7 % кислорода, 10,5 % водорода и менее 1% воды. Водородную шугу с массовой долей кристаллов 50% можно получить, испарив 6,4% жидкости, находящейся при параметрах тройной точки. Эти результаты приведены для идеализированного СОЖ, когда рабочие процессы в его элементах равновесные, а разделение фаз в сепараторе полное.

Действительный рабочий процесс СОЖ значительно сложнее. Необратимые потери в сопле проявляются как вследствие трения потока о стенки, так и из-за термической и скоростной неравновесности фаз. Вклад каждого из этих факторов зависит от рода и чистоты жидкости, режимных параметров СОЖ, геометрии сопла. Разработанные методы расчёта течения вскипающего потока в канале заданной геометрии [3, 4, 5] учитывают описанные эффекты и дают удовлетворительное согласование расчетных и опытных данных по расходу через сопло и параметрам фаз на его срезе.

Сложность разделения парожидкостного потока в сепараторе связана с высокой его скоростью на входе (до 250 м/с) и необходимостью максимального отделения пара от жидкости при минимальном снижении полного давления последней. Скорость жидкости в сепараторе уменьшается как из-за трения о стенки, так и вследствие неупругого удара при осаждении капель [6]. Взаимодействие капель с поверхностью сопровождается разбрызгиванием уже осадившейся жидкости и внедрением в нее паровых включений [7], отражённые капли и разбрызгиваемая жидкость взаимодействуют с каплями исходного потока [8]. Перегрев жидкости на срезе сопла приводит к ее кипению в отсепарированном слое, а повышенное давление у криволинейной поверхности - к конденсации паровых включений. В результате структура отсепарированного слоя существенно неоднородна как по температуре, так и по паросодержанию [9].

В диффузор 3 входит часть отсепарированного слоя, определяемая высотой захватывающей щели в сечении 3 - 3 (см. рис. 1). С увеличением высоты щели возрастает не только доля жидкости, попадающей в диффузор, но и количество пара, захватываемого с потоком охлажденной жидкости. Скорость потока на входе в диффузор выше равновесной скорости звука и при его торможении возникает скачек уплотнения-конденсации. Выход скачка из диффузора сопровождается резким снижением расхода охлажденной жидкости [10].

Выполненные исследования СОЖ и разработанные методы его расчёта и профилирования [11] позволили на практике реализовать отмеченные выше преимущества, достаточно точно описать характеристики СОЖ и контуров на его основе, границы области устойчивой работы этой системы [10, 12]. При стендовых испытаниях криогенных насосов обеспечено охлаждение и повторное использование (рециркуляция) жидких водорода, кислорода и природного газа с расходом 0,1...400 кг/с. В зависимости от режима испытаний и рода компонента расход охлажденной на 2...20 К жидкости составлял 0,62...0,95 от расхода на входе в СОЖ. Это соответствует 91...96% максимально достижимого расхода в идеализированном процессе. Причем струйные аппараты по массе и габаритам в 30...100 раз меньше, чем поверхностные теплообменники с аналогичной тепловой нагрузкой.

При давлении на срезе сопла ниже тройной точки в СОЖ можно получить шугообразное состояние жидкости и регулировать его параметры. Разработанные методы расчета позволяют определить необходимые для этого геометрию и режим работы [4, 13]. Например, для получения шугообразного водорода с размером кристаллов менее 40 мкм давление на входе в СОЖ составляет 0,18 МПа, полное давление потока шуги с концентрацией твердой фазы 50% на выходе 0,12 МПа. При температуре жидкого водорода на входе 21 К для реализации такого процесса необходимо испарить около 24% жидкости. Возможность получения потока шуги в СОЖ была подтверждена в эксперименте на азоте.

Струйные охладители жидкости могут также использоваться при термообработке молока и в вакуум-выпарных установках [14, 15]. Конструкция не содержит подвижные элементов и обслуживаемых мест уплотнений. Отсутствие застойных зон обеспечивает возможность безразборной мойки оборудования. Дополнительно в зонах с градиентом давления больше 50 МПа/м реализуется эффект дробления жировых шариков и гомогенизации смеси, способствующий также и обезвреживанию микрофлоры.

В струйных аппаратах существует возможность повышения полного давления нагреваемой или охлаждаемой жидкости, обеспечивается эффективная регенерация теплоты потоком пара. В действующих установках для стерилизации это позволяет уменьшить затраты греющего пара и холодной (ледяной) воды на 20...50% в зависимости от температуры термообработки и исходного коэффициента регенерации теплоты. Эффективность струйных аппаратов увеличивается с ростом температуры термообработки, что выгодно отличает их от поверхностных теплообменников для молока. Разработаны проекты модернизации существующих пастеризационно-охладительных установок с повышением температуры термообработки до уровня стерилизационных установок при минимальных капиталовложениях. С ростом уровня температуры увеличивается и плотность пара, что позволяет сделать устройства более компактными.

Выводы

Полученные результаты свидетельствуют о значительных преимуществах струйных охладителей жидкости по сравнению с традиционными устройствами испарительного охлаждения. Высокие значения коэффициента теплоотдачи в сочетании с развитой межфазной поверхностью теплообмена обеспечивают скорость охлаждения жидкости до 600 К/с при массе СОЖ в 30...100 раз ниже, чем у поверхностного теплообменника с такой же тепловой нагрузкой. СОЖ устойчиво работает при двухфазном состоянии потока на входе. Причём давление охлажденной жидкости всегда выше давления насыщения.

Разработанные методы расчета СОЖ апробированы для различных сред и режимных параметров, при стендовых испытаниях штатных насосных агрегатов, и позволяют надежно прогнозировать характеристики СОЖ, профилировать их проточную часть. При давлении на срезе сопла ниже тройной точки реализовано шугообразное состояние потока. Это особенно важно для водорода, так как в таком состоянии значительно увеличивается не только его хладоресурс, но и плотность.

При использовании азота или сухого воздуха подобный струйный аппарат обеспечивает осушение керосина, а при холодном азоте ещё и охлаждение перед заправкой в топливные баки. Опробовано использование СОЖ для удаления легкокипящих фракций углеводородных топлив. Использование струйных охладителей жидкости возможно во всех выпарных установках и системах, где жидкость можно охлаждать за счет частичного испарения в адиабатных условиях.

Отработанные модели описания межфазного тепломассообмена пригодны для расчёта процессов испарительного охлаждения и замораживания жидкости и насыщенных ею структур, например, в технологиях жидкого льда и быстрого замораживания ягод и фруктов.

Литература

1. Гетманец В.Ф., Михальченко Р.С., Архипов В.Т. Исследование затвердевания криогенных жидкостей при использовании откачки. - Инженерно-физический журнал, **22**, 648-655 (1982).
2. Дыменко С.К., Петухов И.И., Турнов М.А., Фролов С.Д., Ястремский И.П. О применении струйного парожидкостного сепарационного насоса для осуществления рециркуляции криогенных жидкостей // В кн.: Газотермодинамика многофазных потоков в энергоустановках, вып.2 - Харьков, 1979г. - С. 31-35.
3. Петухов И.И., Сырый В.Н. Численное моделирование вскипающих потоков криожидкостей с кристаллизацией капель // Авиационно-космическая техника и технология, 2005, вып. 1(17). - С. 30-33.
4. Петухов И.И., Шахов Ю.В., Сырый В.Н. Метод расчета сопла струйного охладителя криогенной жидкости // Авиационно-космическая техника и технология, - 2006. -№ 35. -С. 98-103.
5. Петухов И.И., Шахов Ю.В., Сырый В.Н. Исследование истечения вскипающего параводорода из сопла струйного охладителя // Авиационно-космическая техника и технология. № 9 (45). -2007. С. 16-19.
6. Петухов И.И. Исследование движения жидкости на участке осаждения капель поверхностного сепаратора // Газотермодинамика многофазных потоков в энергоустановках. Вып. 5. – Харьков: ХАИ. - 1982. – С.86-93.
7. Петухов И.И. Формирование отсепарированного слоя на участке осаждения капель. // В кн.: Газотермодинамика многофазных потоков в энергоустановках, вып.6, - Харьков: ХАИ, 1984. - с.50-54.
8. Петухов И.И., Давыдов Ю.Е., Шахов Ю.В. Взаимодействие частиц при сепарации фаз высокоскоростного паро-капельного потока. // В кн.: Газотермодинамические процессы в энергоустановках с многофазным рабочим телом, Харьков, 1990, с.54...58.
9. Петухов И.И., Фролов С.Д., Шашко В.А., Ястремский И.М. Исследование структуры высокоскоростного потока на выходе поверхностного сепаратора // Газотермодинамика многофазных потоков в энергоустановках. Вып. 5. – Харьков: ХАИ. - 1982. – С.93-98.
10. Петухов И.И., Шахов Ю.В., Сырый В.Н., Давыдов Ю.Е., Косицын И.П. Струйная система утилизации жидкого водорода при испытаниях насоса ГТД. // Материалы второго конгресса двигателестроителей Украины с иностранным участием. Киев-Харьков-Рыбачье, 22-25 сентября 1997 г., С.364-369.
11. Петухов И.И., Шахов Ю.В. Расчет статических характеристик струйного охладителя жидкости // Авиационно-космическая техника и технология – 2010, №7(74) Харьков, "ХАИ", С. 71-76.
12. I. Petukhov, V. Bredikhin, Y. Shakhov Jet equipment for cryogenic fuel cooling // XIV ISABE, Florence, Italy, September 5-10, 1999, Paper 99-7205.
13. Петухов И.И. Рабочий процесс струйного генератора шугообразного водорода // Авиационно-космическая техника и технология. Сб. научных трудов ГАКУ ХАИ. -1999, -вып. 13, -С.103-110.
14. Петухов И.И., Шахов Ю.В., Маникин И.Б. Струйные аппараты для пароконтактного нагрева питьевого молока // Авиационно-космическая техника и технология. Сб. трудов ХАИ 1994 года. Харьков, 1995 г. – с. 107-109.
15. Петухов И.И., Шахов Ю.В. Применение сепарационного насоса в качестве калоризатора и пароотделителя вакуум-выпарной установки непрерывного действия // Патент РФ №2032347 от 10.04.1995г.

СТРУЙНЫЕ АППАРАТЫ В СИСТЕМАХ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЖИДКОСТИ <i>Петухов И. И., Шахов Ю.В.</i>	37
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНВЕКЦІЙНОГО КОЕФІЦІЄНТА ТЕПЛОВІДДАЧІ Й ВТРАТ НАПОРУ ПРИ ВИМУШЕНОМУ РУСІ НАНОХОЛОДОНОСІЯ НА ОСНОВІ ПРОПІЛЕНГЛІКОЛЮ В ТРУБИ <i>Рябікін С.С., Хлієва О.Я.</i>	41
ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ У НАНОФЛЮЇДІ ІЗОПРОПІЛОВИЙ СПИРТ / НАНОЧАСТИНКИ Al_2O_3 <i>Лозовський Т. Л., Железний В. П., Мотовой И. В., Гордейчук Т.В.</i>	42
АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ <i>Хлієва О.Я.</i>	43
ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ПОСДНАННЯ АВІАЦІЙНИХ БЕНЗИНІВ З АЛІФАТИЧНИМИ СПИРТАМИ <i>Бойченко С.В., Кондакова О.Г.</i>	45
ВРАХУВАННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ЗА УМОВ СПІЛЬНОЇ РОБОТИ ГТС ТА ВАНТАЖНОЇ СИСТЕМИ LNG СУДНА <i>Волинський Д. А.</i>	46
ТЕРМОДИНАМІЧНА РІВНОВАГА СУМІШІ ХОЛОДОАГЕНТІВ R407C I R410A З КОМПРЕСОРНИМИ МАСТИЛАМИ <i>Геллер В.З., Губанов С.Н.</i>	50
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГЕТЕРОГЕННЫХ ЛИОФОБНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ГИДРОФОБИЗИРОВАННОГО СЕЛИКАГЕЛЯ <i>Железний В.П., Лозовський Т.Л., Лук'янов М.М., Нікулін А.Г.</i>	50
УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГЕТЕРОГЕННИХ ЛІОФОБНИХ СИСТЕМ <i>Железний В.П., Лозовський Т.Л., Лук'янов М.М., Нікулін А.Г.</i>	52
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЄМНОСТІ РІДКОЇ ФАЗИ РОЗЧИНІВ ДИМЕТИЛОВОГО ЕТЕРУ (DME) З ТРИЕТИЛЕНГЛІКОЛЕМ (TEG) <i>Івченко Д.О., Мотовой І.В., Лозовський Т.Л.</i>	54
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ГУСТИНИ НАНОФЛЮЇДІВ ІЗОПРОПАНОЛ / Al_2O_3 <i>Лозовський Т.Л., Полюганіч М.П., Швидюк Г.О.</i>	55
ЕКСПЕРИМЕНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОМІШОК ФУЛЕРЕНІВ C_{60} НА В'ЯЗКІСТЬ КОМПРЕСОРНОГО МАСЛА ХФ16-12 І РОЗЧИНІВ ХОЛОДОАГЕНТУ R600a /МАСЛО ХФ16-12 <i>Мороз С.О., Лозовський Т.Л., Лук'янов Н.Н.</i>	57
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ й РОЗРАХУНКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ГУСТИНИ та В'ЯЗКОСТІ трикомпонентних ВОДНИХ РОЗЧИНІВ СПИРТІВ <i>Полюганіч М.П., Хлієва О.Я., Нікуліна А.С.</i>	59
ТЕРМОДИНАМІЧНА РІВНОВАГА СУМІШІ ХЛОДОГЕНТІВ R407C I R410A З КОМПРЕСОРНИМИ МАСЛАМИ <i>Романенко В.С.</i>	61
ИССЛЕДОВАНИЕ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ ТЕПЛООБМЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ НАНОФЛЮИДАМИ ПРИ ИХ КИПЕНИИ <i>Семенюк Ю.В., Никулин А.Г.</i>	62
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ КИПЕНИИ НАНОФЛЮИДОВ В СВОБОДНОМ ОБЪЕМЕ <i>Якуб Л.Н., Бодюл Е.С.</i>	65
ПЛАВЛЕНИЕ И СВОЙСТВА СОСУЩЕСТВУЮЩИХ ФАЗ МЕТАНА ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ	69
СЕКЦІЯ 3	
Енергоресурсозбереження в нафтогазовому комплексі	72
ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ <i>Андерсон А.Ю., Кологривов М.М.</i>	73
ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О РАСЧЁТЕ ВРЕМЕНИ СЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ НА АЗС <i>Бузовский В.П., Кологривов М.М.</i>	77
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ ТИСКУ В ЛІНІЙНІЙ ЧАСТИНІ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ ПРИ ЗАПУСКАХ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ <i>Григорський С. Я., Середюк М. Д.</i>	81

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