

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

компенсацію. Крім того, розробляється прогноз змін довкілля за альтернативних антропогенних впливів на природно-ресурсний потенціал регіону.

IV етап — характеристика проблемних ситуацій, які виникли внаслідок взаємодії між природними та господарськими об'єктами, рангування проблемних ситуацій з тим, щоби вирізнити пріоритетні (головні), техніко-економічні обґрунтування альтернативних варіантів їх вирішення.

V етап — розроблення комплексу конкретних заходів з удосконалення механізму управління процесом раціоналізації природокористування та охорони довкілля в кожному конкретному регіоні.

Радикальна перебудова в системі прогнозування раціонального природокористування та охорони довкілля означає поворот до екологізації проектування, будівництва та експлуатації природно-господарських систем, до всебічного врахування природних, економічних і соціальних факторів, які тісно взаємодіють між собою.

Врахування екологічного фактора у плануванні значно розширює та збагачує поняття ефективності виробництва, яку слід оцінювати з певним урахуванням усіх змін, що відбуваються під його впливом у навколишньому середовищі.

УДК 621.573

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ КАМЕРАХ

Лисица А. Ю., канд. техн. наук, Петухов И. И. канд. техн. наук, доцент,
Михайленко Т. П. канд. техн. наук, доцент, Немченко Д. А.

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

Аннотация. Представлены результаты численного и экспериментального исследования распределения потока воздуха в промышленной холодильной камере с разными вариантами ее геометрии. Результаты расчетов сравнены с экспериментальными данными. Приведена информация по практическому внедрению результатов исследования.

Ключевые слова: *потокораспределение, промышленная холодильная камера, численное и экспериментальное исследование.*

Annotation. The results of numerical and experimental researches of flow distribution air in industrial refrigerators compartment for different geometry were presented. Numeral and experimental research were compared. Practical introduction research results data were presented.

Keywords: *flow distribution, industrial refrigerators compartment, numeral and experimental researches.*

Эффективность работы промышленных холодильных камер определяется множеством факторов. Важнейшими из них являются скорость и температура потока воздуха, которые и обеспечивают процесс замораживания сырья. В общем случае, для улучшения условий охлаждения скорость следует увеличивать, а температуру снижать, однако их одновременное изменение с целью уменьшения продолжительности замораживания связано с увеличением как эксплуатационных, так и капитальных затрат из-за уменьшения холодильного коэффициента и увеличения напорности вентиляторов. Поэтому оптимизация затрат возможна только при рациональном сочетании скорости и температуры потока.

Решение этой задачи требует достоверных данных о распределении потока в камере, которое зависит не только от её геометрии, но и от способа расположения и конструкции стеллажей с лотками, величины зазора между ними, степени заполнения объёма камеры и т.п. При этом важно, чтобы на участке камеры замораживания с самым низким теплосъёмом выдерживались минимально-требуемые для качественной заморозки продукта параметры потока.

Результаты детальных расчётов поля скоростей в камере позволили определить положение и протяжённость застойных зон, выявить влияние возможных конструктивных доработок на эффективность циркуляции воздуха. Была сформирована база для рационального выбора холодильного оборудования для конкретно заданных условий. Объектом исследования являлась низкотемпературная стационарная промышленная холодильная камера размерами 8 x 3,3 x 2,2 метра с одним и тремя рядами стеллажей с лотками высотой 1,1 м, а так же разной компоновкой воздухоотбойников внутри.

В ходе работы были выполнены расчеты для одиннадцати вариантов холодильных камер. Кроме того, исследовано влияние структуры потока на выходе из вентилятора и проницаемости поддона, на который

установлюється стелаж. Наряду с теоретически обоснованным профилем закрученного потока рассмотрен плоскопараллельный однородный поток на выходе вентилятора.

Скорости на входе и выходе из воздухоохладителя определялись через заданный расход и площадь входа воздухоохладителя. Скорость на входе составила 2,2 м/с. Скорость на выходе имеет как осевую, так и тангенциальную составляющую и определялась теоретическим путем. Для вентилятора рассматриваемого воздухоохладителя осевая составляющая менялась от 4,88 м/с на внутреннем радиусе до 13,72 м/с на периферийном.

Расчеты проводились при помощи CFD-моделирования. Результаты численного моделирования сравнивались с экспериментальными данными, полученными при исследовании потокораспределения в аналогичной (пустой) холодильной камере. Анализ показал, что наиболее приемлемой для данной задачи оказалась k-ε модель турбулентности. Последняя и была взята за основу. Расчеты проводились для всего объема камеры с переменным шагом расчетной сетки. Сравнение проводилось в сечениях по оси вентилятора, центру камеры, середине зазора между предпоследним и последним рядами стеллажей, по центру крайнего ряда.

Поле скорости в центральном сечении камеры с тремя рядами стеллажей и продуваемым поддоном представлены на рис. 1, векторы скорости для камеры с одним рядом стеллажей на рис. 2.

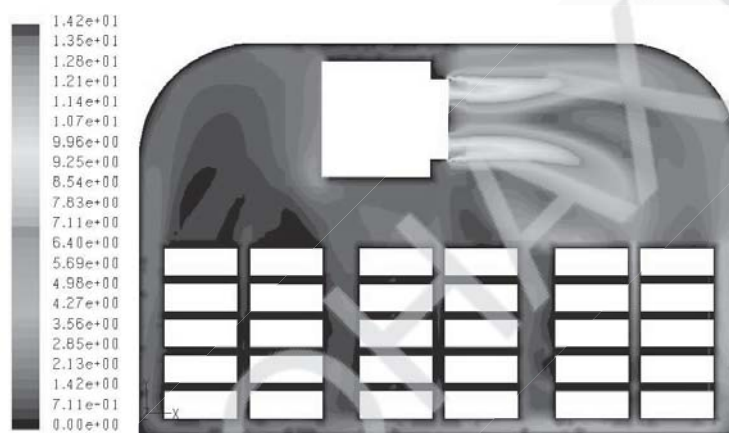


Рис. 1 – Поле скорости в центральном сечении холодильной камеры с тремя рядами стеллажей и продуваемым поддоном

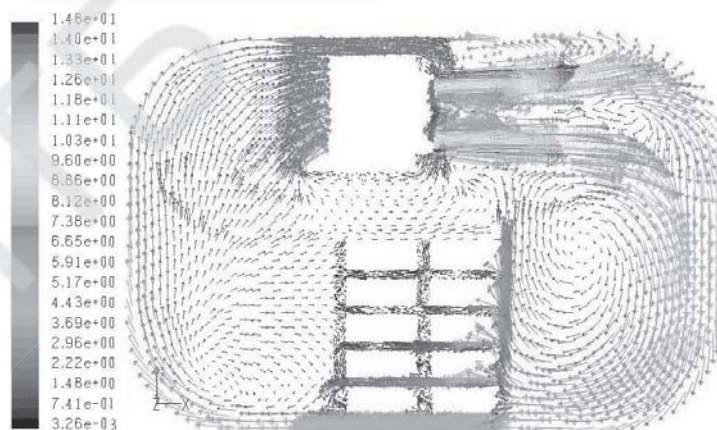


Рис. 2 – Векторы скорости в центральном сечении холодильной камеры с одним рядом стеллажей и продуваемым поддоном

Анализ полей и векторов скорости различных вариантов холодильной камеры позволил сделать выводы об эффективности той или иной геометрии холодильной камеры. Так, наиболее благоприятные условия по скорости потока реализуются для лотков, расположенных на периферии стеллажа, наименьшие значения скорости наблюдается между лотками, расположенными в центре стеллажа, особенно в верхней его части. Скорость потока между лотками в основном находится в пределах от 0,2 до 1,8 м/с. Было показано, что обтекание лотков сильно неравномерное. Это обуславливается наличием вихревых зон и эффектом «запирания потока».

Оценивая эффективность применения воздухоотбойников в различных частях камеры, было показано, что применение воздухоотбойников, расположенных в нижней части камеры и перед вентилятором, практически не влияет на скорость движения воздуха между лотками и оказывает лишь незначительное воздействие на поле скорости в верхней части камеры. Наличие отбойника за вентилятором (на рис.1 и 2 вверху и справа) уменьшает вихревую область и в большинстве сечений увеличивает скорость между лотками на 0,1-0,4 м/с.

Для всех рассматриваемых вариантов компоновки холодильной камеры наблюдалась существенная неоднородность скорости по высоте. Причём, чем выше расположены лотки, тем меньше скорость между ними. Например, для крайних стеллажей для варианта со всеми воздухоотбойниками скорость изменяется от 1,6 м/с в нижней части до 0,8 м/с в верхней части. Наличие и расположение вихревых зон определяется в первую очередь геометрией камеры. Характерными местами являются область под воздухоохладителем и перед лотками.

Выводы

Проведено численное и экспериментальное исследование потокораспределения в промышленной холодильной камере с разными вариантами ее геометрии. На основании полученных результатов были подготовлены рекомендации по конструктивной доработке данной и подобных промышленных холодильных камер.

УДК 536.242

РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ЛЬОДОАКАМУЛЯТОРІВ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ДИНАМІКИ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ТА ПЛАВЛЕННЯ ЛЬОДУ

Пилипенко О.Ю., Засядько Я.І., Форсюк А.В., Грищенко Р.В.
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Наведені у сучасній літературі методики розрахунку та підбору акумуляторів холоду різного типу базуються виключно на балансових співвідношеннях. Тобто, визначальними параметрами є: необхідна кількість акумульованого тепла і час витрачений на процес накопичення холоду. Додатково для знаходження площі теплообміну, на якій буде відбуватися накопичення льоду, задаються певною товщиною льоду. Не враховуються енерговитрати на зниження температури кипіння при збільшенні шару льоду та доцільність намороження саме паспортної товщини, оскільки є ймовірність що накопичений затовстий шар льоду не встигне розтанути в період пікових теплових навантажень.

Виходячи з зазначеного, видається доцільним розробити методику розрахунку та підбору акумуляторів холоду з накопиченням шару льоду на теплообмінній поверхні, яка б враховувала динаміку кристалізації за сталої температури кипіння холодоагенту або температури проміжного теплоносія та швидкість танення накопиченого шару льоду.

В [1] пропонується розраховувати зміну товщини льоду в часі за співвідношенням:

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{\left[\frac{\theta_0 - t_0}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_l} \cdot \ln \frac{d_{зОВ} + 2 \cdot x}{d_{зОВ}} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_m} \cdot \ln \frac{d_{зОВ}}{d_{вН}} + \frac{1}{\alpha_0 \cdot d_{вН}}} - \alpha_w \cdot (d_{зОВ} + 2 \cdot x) \cdot \left[(t_w - \theta_0) + \frac{\omega^2 \cdot \left(2 + \frac{1}{Pr_w} \right)}{3 \cdot C_{p,w}} \right] \right]}{\rho \cdot (d_{зОВ} + 2 \cdot x)} \quad (1).$$

Оскільки наведене співвідношення не враховує зміну теплового потоку до холодильного агента що випаровується, в [1] пропонується використовувати корегуючі коефіцієнти. Також запропоновано методику розрахунку швидкості льодоутворення на теплообмінній поверхні за безпосереднього охолодження і з охолодженням проміжним теплоносієм.

| | |
|---|-----|
| ЕКОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАРОВОГО ВОДОТРУБНОГО КОТЛА ДКВР – 10/14 <i>Редько А.О., Давіденко А.В.</i> | 199 |
| ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ С КОМПОЗИЦИОННЫМИ КАПИЛЛЯРНЫМИ СТРУКТУРАМИ <i>Шаповал А.А., Стрельцова Ю.В.</i> | 201 |
| РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПРОЕКТУВАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗМОРОЖУВАННЯ М'ЯСА В ТУШАХ, ПІВТУШАХ ТА ЧЕТВЕРТИНАХ <i>Желіба Ю.О., Желіба Т.О.</i> | 204 |
| ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ <i>Кифоренко В. С., Кіріяк Г.В.</i> | 205 |
| КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ВПЛИВУ ВИРОБНИЦТВА <i>Коваль В.Г.</i> | 207 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ КАМЕРАХ <i>Лисица А. Ю., Петухов И. И., Михайленко Т. П., Немченко Д. А.</i> | 208 |
| РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ЛЬДОАКАМУЛЯТОРІВ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ДИНАМІКИ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ТА ПЛАВЛЕННЯ ЛЬОДУ <i>Пилипенко О.Ю., Засядько Я.І., Форсюк А.В., Грищенко Р.В.</i> | 210 |
| ВИМОГИ ДО ПРОЕКТУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО АПАРАТА ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ МОЛОКА <i>Постнов Г.М., Червоний В.М., Шипко Г.М.</i> | 211 |
| ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОСПОЖИВАНИЕМ БУДІВЛІ <i>Басок Б.І., Давіденко Б.В., Лисенко О.М.</i> | 213 |
| ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА <i>Жихарева Н. В.</i> | 216 |
| АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ УСТАНОВКИ РЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ НАСОСОВ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК <i>Скалозубов В.И., Чжоу Хушуй.</i> | 219 |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИКЛОВ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ <i>Озолин Н.Е., Титлов А.С., Краснопольский А.Н.</i> | 225 |
| НОВЫЕ СХЕМЫ АБСОРБЦИОННЫХ ВОДОАММИАЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ РАБОТЫ В СИСТЕМАХ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДЫ ИЗ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА <i>Осадчук Е.А., Васылив О.Б., Кирилов В.Х., Мазуренко С.Ю.</i> | 238 |
| МОБИЛЬНАЯ СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ЗЕРНА МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР <i>Петушенко С.Н., Олейник Е.В.</i> | 241 |
| РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АБСОРБЦИОННЫМИ ХОЛОДИЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ (АХП) <i>Титлова О.А., Ольшевская О.В.</i> | 243 |
| ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ХОЛОДА НА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОТЕРЬ ПРИРОДНОГО ГАЗА <i>Титлов А.С., Дьяченко Т.В., Артюх В.Н., Альсаид Хекмат</i> | 247 |
| ЗАСТОСУВАННЯ ПОБУТОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ, НАПІВФАБРИКАТІВ І СИРОВИНИ <i>Титлов О.С., Приймак В.Г.</i> | 247 |
| ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН <i>Мазуренко С.Ю., Озолин Н.Е., Савинков П.В.</i> | 249 |
| АНАЛІЗ МЕТОДІВ НАДКРИТИЧНОЇ ФЛЮЇДНОЇ ЕКСТРАКЦІЇ <i>Лук'янова О.С., Бошкова І.Л.</i> | 250 |
| ПРИМЕНЕНИЕ ВПРЫСКА ПЕРЕГРЕТОЙ ЖИДКОСТИ В ТЕРМОПРЕССОРНОЙ СИСТЕМЕ ОХЛАЖДЕНИЯ НАДДУВНОГО ВОЗДУХА ДВС <i>Коновалов Д.В., Кобалава Г.А.</i> | 253 |
| ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПРЕССИИ В СИСТЕМЕ ТУРБОНАДДУВА СРЕДНЕОБОРОТНЫХ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ <i>Коновалов Д.В., Джурунская А.А.</i> | 255 |
| ТЕНДЕНЦІЇ ЕКСПОРТУ, ІМПОРТУ СПГ У СВІТІ <i>Дьяченко Т.В., Артюх В.М.</i> | 257 |
| ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ СНИЖЕНИЯ КОНТАКТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЦИЛИНДРА И ПЛОСКОСТИ <i>Титлов А.С., Двирный В.В.</i> | 260 |

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