



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
АСОЦІАЦІЯ ІНЖЕНЕРІВ ПО ВЕНТИЛЯЦІЇ, ОПАЛЕННЮ ТА
КОНДИЦІОНУВАННЮ «АВОК України»
СПІЛКА ХОЛОДИЛЬЩИКІВ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ**

**XI Всеукраїнська науково-технічна конференція
XI Всеукраинская научно-техническая конференция
XI International scientific conference**

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
MODERN PROBLEMS OF REFRIGERATION EQUIPMENT AND TECHNOLOGY**

21-22 вересня 2017 року

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ



ОДЕСА 2017

УДК 621.565 (075.6)

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2017. – 243 с.

У збірнику наведені матеріали XI Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні проблеми холодильної техніки та технології» та розглянуто різні аспекти науково-технічних питань, пов'язаних з проектуванням, виготовленням та експлуатацією холодильного обладнання різного призначення, дослідженням робочих тіл та процесів в елементах холодильних та криогенних систем, застосуванням нано та когенераційних технологій, використанням холоду в харчових технологіях, застосуванням і впровадженням нетрадиційних джерел енергії.

В сборнике представлены материалы XI Всеукраинской научно-технической конференции «Современные проблемы холодильной техники и технологии» и рассмотрены различные аспекты научно-технических вопросов, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией холодильного оборудования различного назначения, исследованием рабочих тел и процессов в элементах холодильных и криогенных систем, применением нано и когенерационных технологий, использованием холода в пищевых технологиях, применением и внедрением нетрадиционных источников энергии.

Рекомендовано до видання Вченою Радою Одеської національної академії харчових технологій протоколом №6 від 07.11.2017 р.

Відповідальність за достовірність інформації несе автор публікації.
Матеріали публікуються мовою оригінала, наданого автором.

Голова конференції – Єгоров Богдан Вікторович – ректор Одеської національної академії харчових технологій, член-кореспондент НААН України, Заслужений діяч науки і техніки, д-р техн. наук, професор.

Заступник голови – Косой Борис Володимирович – директор Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, д-р техн. наук, професор.

Члени наукового комітету:

Хмельнюк М.Г. – зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Лагутін А.Є – академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Морозюк Л.І. – д-р техн. наук, професор.

Желєзний В.П. – зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Симоненко Ю.М. – зав. кафедрою криогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Мілованов В.І. – зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д-р техн. наук, професор.

Радченко М.І. – зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Бондаренко В.Л. – д-р техн. наук, професор.

Лавренченко Г.К. – д-р техн. наук, професор.

Семенюк В.О. – к.т.н., директор НВФ «Терміон».

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.

Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.

Члени – к.т.н. Буданов В.О., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Стоянов П.Ф., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Ерін В.А., к.т.н. Гайдук С.В., к.т.н. Соколовская В.В., к.т.н. Подмазко І.О., к.т.н. Федоров О.Г.

ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

1. 30 РОКІВ МОНРЕАЛЬСЬКОГО ПРОТОКОЛУ. СТРАТЕГІЇ В СФЕРІ ОБІГУ ОЗОНОРУЙНУЮЧИХ ХОЛОДОАГЕНТІВ

Возний В.Ф., к.т.н., президент ВГО «Спілка холодильщиків України»

2. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ І СПОЖИВАННІ РІДКІСНИХ ГАЗІВ

Бондаренко В.Л., доктор техн. наук, професор, МДТУ ім. М. Е. Баумана, м. Москва;

Биканов О.М., «KLA–Tencor Corporation», Milpitas, California, USA;

Симоненко Ю.М., доктор техн. наук, професор, ОНАПТ, м. Одеса

Чигрин А.А., інженер-технолог, ООО «Кріоін Інжиніринг», м. Одеса;

e-mail: ysim1@yandex.ua

3. ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ, ТЕПЛА И ХОЛОДА: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КАФЕДРЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И РЕФРИЖЕРАЦИИ НУК ИМ. АДМИРАЛА МАКАРОВА

Радченко Н.И. доктор техн. наук, професор, Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев, nirad50@gmail.com

4. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

Трушляков Е.И., к.т.н., доц., Радченко А.Н., к.т.н., доц., Грич А.В., к.т.н., ассистент

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев,

nirad50@gmail.com

5. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. СОЛНЕЧНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АБСОРБЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛО-ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

А.В. Дорошенко, доктор техн. наук, професор кафедры термодинамики и возобновляемой энергетики

6. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ КОМПРЕССОРА. СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ВИНТОВОГО И ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРОВ

В. Гринько Региональный представитель J&E Hall и GEA ВОСК/Генеральный директор ООО «Еврокул

СЕКЦІЯ № 1. ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ. КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ.		стр.
ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ		
21.	ПЕРВИННІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ ЛЬОДОУТВОРЕННЯ НА ВЕРТИКАЛЬНІЙ ТРУБІ ЗА ЇЇ БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ВІЛЬНОЇ КОНВЕКЦІЇ ВОДИ Колодзінський Р.І., Пилипенко О.Ю., Форсюк А.В., Засядько Я.І., Грищенко Р.В.	53
22.	ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ПРИПЛИВНОГО ПОВІТРЯ МАШИННОГО ВІДДІЛЕННЯ ГАЗОПОРШНЕВОЇ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ Грич А.В.	55
23.	ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗПРОВІДНОГО ЗВ'ЯЗКУ ZIGBEE ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ Миرونчук О.Ю.	57
24.	ВДОСКОНАЛЕНА УСТАНОВКА НА БАЗІ ГАЗОВОГО ДИГУНА З АБСОРБЦІЙНО-АДСОРБЦІЙНИМ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРОМ Остапенко О. В.	61
25.	ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ НА ТЕРМОЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КОНДИЦІОНЕРІВ Кузнецов М. О., Харлампіді Д. Х., Тарасова В. О.	63
26.	ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КИПЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНОГО АГЕНТА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ Ольшамовский В.С., Гоголь Н.И.	66
27.	МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ СТАЦІОНАРНИХ СИСТЕМ ТЕРМОСТАТУВАННЯ РАКЕТ КОСМІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА НИЗЬКО - І ВИСОКОКИПЛЯЧИХ КОМПОНЕНТАХ ПАЛИВА С.О. Бігун	69
28.	ОСУШЕНИЕ ВОЗДУХА В СИСТЕМАХ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ВО ВРЕМЯ ПРЕДСТАРТОВОЙ ПОДГОТОВКИ Бигун С.А., Лагутин А.Е., Демьяненко Ю.И., Гоголь Н.И.	70
29.	АНАЛИЗ УДЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЯ НА РЕЖИМАХ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЕЙ ХОЛОДИЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ Козаченко И. С., Лагутин А.Е	72
30.	ЗАМІНА ПОВІТРЯНОГО КОНДЕНСАТОРА ВЕЛИКОТОННАЖНОЇ АМІАЧНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ВОДЯНИМ Вассерман О.А., Слинько О.Г.	75
31.	ИССЛЕДОВАНИЕ РОТОРНО-ЛОПАСТНОЙ ГАЗОВОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УМЕРЕННОГО ХОЛОДА Трандафилов В.В., Хмельнюк М. Г.	76
32.	АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ І МОДЕЛЕЙ РОЗРАХУНКУ СТУПЕНЯ НЕБЕЗПЕКИ ТА ОЦІНКА РІВНЯ РИЗИКУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ Сливинська М.В., Желіба Ю.О., к.т.н., Желіба Т.А.	78
33.	ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІНАРНОГО ЛЬОДУ ЯК ХОЛОДОНОСІЯ НА СУДАХ РИБНОГО ФЛОТУ Зімін О. В.	81
34.	ОХЛАЖДЕНИЕ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ ГАЗОТУРБИНЫХ УСТАНОВОК КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИМИ ХОЛ. МАШИНАМИ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННОГО КЛИМАТА Радченко А.Н., Портной Б.С.	83
35.	ОХЛАЖДЕНИЕ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ ГЛАВНОГО ДВИГАТЕЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СУДНА ЭЖЕКТОРНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНОЙ С ТЕПЛОМЫМ НАСОСОМ Радченко Н.И, Калиниченко И.В.	86
36.	ОХЛАЖДЕНИЕ НАДДУВОВОГО ВОЗДУХА ГЛАВНОГО ДИЗЕЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СУДНА ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНОЙ Богданов Н.С	88
37.	ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ ГАЗОТУРБИНОЙ УСТАНОВКИ С АККУМУЛЯЦИЕЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛУЧЕННОГО КОНДЕНСАТА Прядко А.С.	90
38.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХОЛОДИЛЬНОЇ ОБРОБКИ НА ЯКІСТЬ ПЛОДОВИХ СОКІВ ПРИ ЇХ ВИРОБНИЦТВІ Загорко Н.П., Тарасенко В.Г., Буденко С.Ф.	93
39.	ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МАЛОШУМЯЩИЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ С ОТТАЙКОЙ ГОРЯЧИМ ГАЗОМ Липневич Д. В	95

УДК 621.565.945.004.14:551.57

АНАЛИЗ УДЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЯ НА РЕЖИМАХ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЕЙ ХОЛОДИЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

Козаченко И. С. Лагутин А.Е. ОНАПТ

Исходными данными к проектированию воздухоохладителя для камер холодильной обработки и хранения пищевых продуктов являются:

- обеспечение требуемой холодопроизводительности;
- поддержание заданных температурно-влажностных режимов;
- время работы до вынужденного оттаивания аппарата (особое внимание уделяется для камер охлаждения).

Количество теплоты, что требуется отвести от камеры холодильной обработки определяется индивидуально для каждого конкретного применения и с точки зрения проектирования теплообменника абсолютно логична компоновка модельного ряда по типоразмерам перекрывающим определенный диапазон холодопроизводительности.

Режим, в котором работает воздухоохладитель, определяется технологией холодильного хранения, а следовательно, уместно разделение и классификация по продукту над которым осуществляется холодильная обработка, а также по типу обработки (охлаждение, заморозка, хранение).

Для проведения анализа было выбрано два типа продукции, которые, по мнению автора, представляют наибольший интерес – мясо различных видов домашнего скота, а также рыба речного, морского и океанического происхождения.

Параметры воздуха камеры для хранения указанных пищевых продуктов четко описаны в действующей нормативной документации Украины. Согласно [1,2,3,4] - охлажденная баранина, свинина, говядина в полутушах и четвертинах в охлажденном виде храниться при температуре воздуха минус 1°C. Замороженная свинина, говядина в полутушах и четвертинах в замороженном виде [1,5,6,7] - храниться при температуре воздуха минус 18°C и минус 25 °C в зависимости от требуемой продолжительности хранения. Относительная влажность при хранении как охлажденных, так и замороженных мясных продуктов предусматривается в пределах 95-98%.

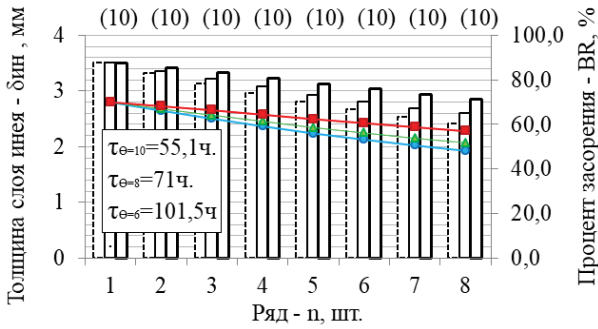
Температурный режим для камер замороженной рыбы [8,9,10,11,12] повторяет режим для мяса – минус 18, минус 25. Относительная влажность в камерах хранения как охлажденной так и мороженной рыбы должна поддерживаться на уровне 95-98%.

Таким образом, требования к тепловлажностному режиму камер хранения охлажденных и замороженных мясных и рыбных продуктов, были выделены три основных режима сведенные в таблицу 1.

Оценка работы воздухоохладителя проводилась по удельным показателям для каждого ряда. Так на рис.1-4 представлены проценты уменьшения живого сечения за счет осевшего инея, удельная холодопроизводительность, как отношение холодопроизводительности ряда к общей холодопроизводительности воздухоохладителя и отношение площади наружной поверхности ряда к общей площади поверхности воздухоохладителя соответственно. Данные показатели позволяют оценивать влияние каждого ряда. Дальнейший вариативный расчет на различный шаг оребрения, выбираемый индивидуально для конкретного ряда, используя приведенные показатели, способен выявить наиболее эффективное распределение теплообменной поверхности по глубине пучка труб.

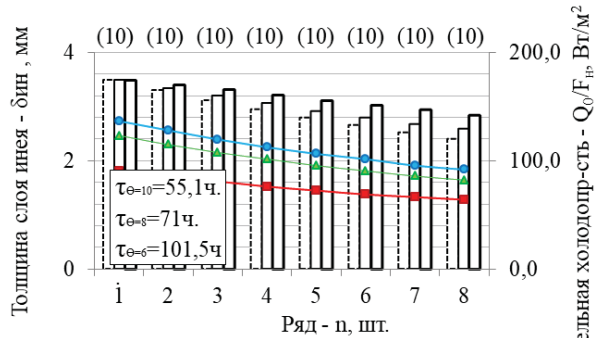
Таблица 1. Рассматриваемые режимы камер хранения

№п.п.	Температура в камере	Относительная влажность в камере
1	минус 2	98%
2	минус 18	98%
3	минус 25	98%



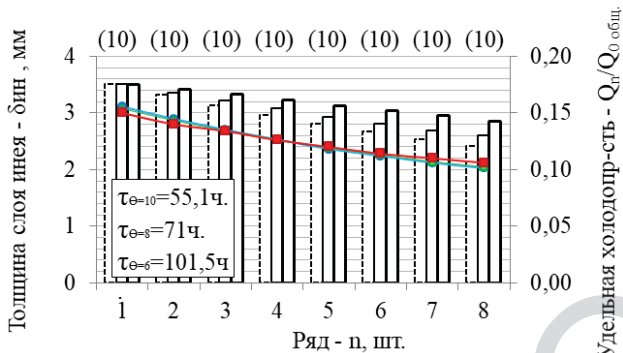
- - - Толщина инея - дин, мм ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=10^{\circ}\text{C}$)
 □ Толщина инея - дин, мм ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=8^{\circ}\text{C}$)
 ▤ Толщина инея - дин, мм ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=6^{\circ}\text{C}$)
 ● Процент засорения - BR, % ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=10^{\circ}\text{C}$)
 ▲ Процент засорения - BR, % ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=8^{\circ}\text{C}$)
 ■ Процент засорения - BR, % ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=6^{\circ}\text{C}$)

Рис.1 – Процент засорения живого сечения инеем



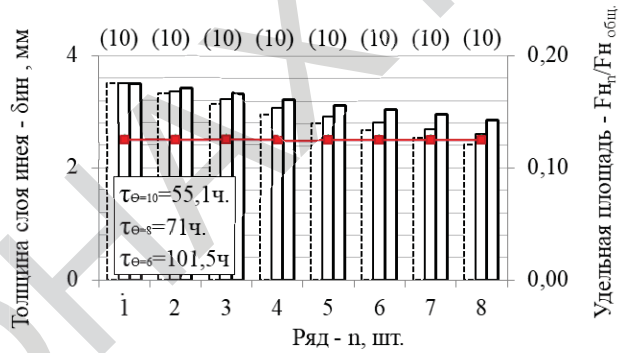
- - - Толщина инея - дин, мм ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=10^{\circ}\text{C}$)
 □ Толщина инея - дин, мм ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=8^{\circ}\text{C}$)
 ▤ Толщина инея - дин, мм ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=6^{\circ}\text{C}$)
 ● Удельная холодопр-сть - Q_0/F_n , Вт/м² ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=10^{\circ}\text{C}$)
 ▲ Удельная холодопр-сть - Q_0/F_n , Вт/м² ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=8^{\circ}\text{C}$)
 ■ Удельная холодопр-сть - Q_0/F_n , Вт/м² ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=6^{\circ}\text{C}$)

Рис.2 – Холодопроизводительность на 1 м² теплообменной поверхности



- - - Толщина инея - дин, мм ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=10^{\circ}\text{C}$)
 □ Толщина инея - дин, мм ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=8^{\circ}\text{C}$)
 ▤ Толщина инея - дин, мм ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=6^{\circ}\text{C}$)
 ● Удельная холодопр-сть - Q_n/Q_0 ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=10^{\circ}\text{C}$)
 ▲ Удельная холодопр-сть - Q_n/Q_0 ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=8^{\circ}\text{C}$)
 ■ Удельная холодопр-сть - Q_n/Q_0 ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=6^{\circ}\text{C}$)

Рис.3 – Отношение холодопроизводительности ряда к общей холодопроизводительности воздухоохладителя



- - - Толщина инея - дин, мм ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=10^{\circ}\text{C}$)
 □ Толщина инея - дин, мм ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=8^{\circ}\text{C}$)
 ▤ Толщина инея - дин, мм ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=6^{\circ}\text{C}$)
 ● Удельная площадь - $F_n n/F_n$ общ. ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=10^{\circ}\text{C}$)
 ▲ Удельная площадь - $F_n n/F_n$ общ. ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=8^{\circ}\text{C}$)
 ■ Удельная площадь - $F_n n/F_n$ общ. ($t_1=-25^{\circ}\text{C}$; $\theta=6^{\circ}\text{C}$)

Рис.4 – Отношение площади наружной поверхности ряда к общей площади поверхности воздухоохладителя

Данные параметры следует рассматривать комплексно, т.к. изоляция какого либо параметра из общего понимания, может привести к ложной оценке результатов расчета.

Литература:

1. Чумак І.Г., Оніщенко В.П., Желіба Ю.О., Дженков М.Ю. (2002) Збірник технологічних інструкцій з охолодження, заморожування, розморожування та зберігання м'яса та м'ясопродуктів. Одеса–Київ. –с.90.
2. ГОСТ 1935-55 Мясо-баранина и козлятина- в тушах. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 7 с.
3. ГОСТ 4814-57 Блоки мясные замороженные. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 4 с.
4. ГОСТ 7724-77 Мясо. Свинина в тушах и полутушах. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 7 с.
5. ГОСТ 12512-67 Мясо-говядина в четвертинах, замороженная, поставляемая для экспорта. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 4 с.
6. ГОСТ 12513-67 Мясо-свинина в полутушах, замороженная, поставляемая для экспорта. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 5 с.
7. ГОСТ 16867-71 Мясо-телятина в тушах и полутушах. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 4 с.

8. ГОСТ 17661-72 Тунец, парусник, макрель, марлин и меч-рыба мороженые. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 4 с.
9. ГОСТ 20057-96 Рыба океанического промысла мороженая. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2003. – 12 с.
10. ГОСТ 21607-97 Наборы рыбные для ухи мороженые. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2009. – 12 с.
11. ГОСТ 3948-90 Филе рыбное мороженое. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2003. – 12 с.
12. ГОСТ 32366-2013 Рыба мороженая. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 23 с.

ИТБ ОНАХТ