

УДК 621.575.932:621.565.92

*А. С. Титлов, Г. В. Шлапак*

Одесская национальная академия пищевых технологий, ул. Канатная, 112, Одесса, 65039, Украина

**РАЗРАБОТКА КАМЕР НА БАЗЕ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ДЛЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ МЯСНОЙ И РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ФЕРМЕРСКИХ И КРЕСТЬЯНСКИХ ХОЗЯЙСТВ**

*Представлены новые конструкции универсальных камер с абсорбционными холодильными агрегатами, в которых используются современные технические и технологические решения (вынос испарителя за пределы охлаждаемой камеры, теплопередающие системы на основе тепловых труб, холодоаккумулирующие материалы, эффективные контактные наполнители на основе пористых сжимаемых материалов). Показаны результаты экспериментальных исследований таких камер на примере низкотемпературной обработки (замораживания) имитаторов мясных продуктов. Приводятся примеры использования низкотемпературных камер в условиях фермерских и крестьянских хозяйств*

**Ключевые слова:** низкотемпературная камера, абсорбционный холодильный агрегат, имитаторы мясных продуктов, первичная низкотемпературная обработка

*О. С. Титлов, Г. В. Шлапак*

Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна, 112, Одеса, 65039, Україна

**РОЗРОБКА КАМЕР НА БАЗІ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГРЕГАТІВ ДЛЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ОБРОБКИ ТА ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСНОЇ ТА РИБНОЇ ПРОДУКЦІЇ В УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКИХ І СЕЛЯНСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ**

*Представлені нові конструкції універсальних камер з абсорбційними холодильними агрегатами, в яких використовуються сучасні технічні та технологічні рішення (винесення випарника за межі охолоджуваної камери, теплопередаючі системи на основі теплових труб, холодоаккумулюючі матеріали, ефективні контактні наповнювачі на основі пористих стисливих матеріалів). Показані результати експериментальних досліджень таких камер на прикладі низкотемпературної обробки (заморожуванні) імітаторів м'ясних продуктів. Наводяться приклади використання низкотемпературних камер в умовах фермерських і селянських господарств*

**Ключові слова:** низкотемпературна камера, абсорбційний холодильний агрегат, імітатори м'ясних продуктів, первинна низкотемпературна обробка

DOI: <http://dx.doi.org/10.15673/0453-8307.5/2015.51857>

*This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>*

**I. ВВЕДЕНИЕ**

В современных условиях в фермерских и крестьянских хозяйствах Украины на первое место выходят проблемы формирования рационального (экономного) бюджета, среди которых одной из основных является проблема сохранения выращенного урожая в течении трех-шести месяцев в товарных количествах при минимуме затрат на энергоносители. Вместе с тем известным в мировой практике фактом [1] являются потери свыше половины урожая сельскохозяйственной продукции при отсутствии должного холодильного хранения.

В настоящее время в Украине основная масса собранной плодовоовощной продукции традиционно хранится в подвалах, где зачастую в теплое

время года (август – ноябрь, апрель- май) не удается поддерживать требуемые температурные режимы (5...12° С). Для обеспечения необходимых режимов хранения рынок бытовой и торговой холодильной техники для мелкооптовых производителей предлагает отечественные и импортные разборные (панельные) холодильные камеры объемом 3...9 м<sup>3</sup>, снабженные компрессионными холодильными машинами. В сельской местности Украины эксплуатация таких камер затруднена как из-за длительных перебоев с подачей электроэнергии, так и из-за некачественной поступающей электроэнергии (диапазон колебания напряжения в сети 160...250 В).

Сложившаяся ситуация заставляет разработчиков обращаться к низкотемпературным системам на базе теплоиспользующих абсорбционных

холодильных агрегатов (АХА).

Начиная с 1990 года разработки ученых и специалистов Одесской национальной академии пищевых технологий, Васильковского завода холодильников (ВЗХ) и НПО прикладной механики (Железнодорожск, Красноярский край) были направлены на создание новых образцов абсорбционной холодильной техники различного функционального назначения, причем во всех случаях стремились обеспечить минимум энергопотребления при эксплуатации [2].

При создании новой техники использовались прогрессивные технические и технологические решения:

- а) размещение испарителя АХА за пределами полезного объема в вертикальной плоскости [3];
- б) создание дополнительных теплостоков на основе тепловых труб и двухфазных термосифонов [4];
- в) применение высокопористого ячеистого материала в качестве теплоизоляции генераторного узла АХА (на основе керамики) [5] и для снижения контактного термического сопротивления в зоне теплостоков (на основе меди) [6];
- г) применение холодоаккумулирующих материалов [7];
- д) применение энергосберегающих способов управления [8].

## II. РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Одним из наиболее значимых результатов разработок стали универсальные низкотемпературные камеры (НТК) типа «ларь» параметрического ряда, в том числе и транспортного типа (устанавливаются на прицепах легковых автомобилей), с величиной полезного объема: 100; 180; 220; 240; 280 дм<sup>3</sup>.

Оригинальная конструкция НТК типа «ларь» выполнена на базе серийных технологий ВЗХ [9] и содержит два АХА (на торцах либо на задней стенке в ряд), предназначенные обеспечивать режимы хранения в широком диапазоне температур – от минус 18 °С (длительное хранение) до плюс 10... 12 °С (кратковременное хранение фруктов и овощей). Конструкция ларя (рисунок 1) способствует сохранению холодного воздуха в объеме камеры при открытии крышки и не позволяет воздуху из помещения с высоким влажностью попадать на тепловоспринимающие панели. Это позволяет существенно снизить интенсивность образования снеговой шубы и, тем самым, улучшить эксплуатационные и энергетические характеристики НТК.

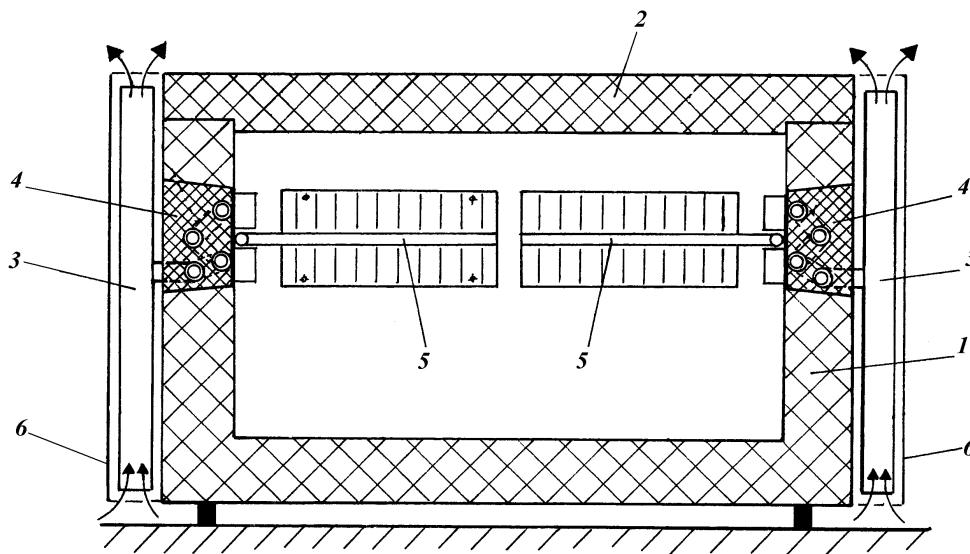


Рисунок 1 – НТК типа «ларь»

1 – теплоизоляционный корпус; 2 – крышка; 3 – АХА; 4 – блок испарителя;  
5 – тепловые трубы; 6 – съемные фальш-панели

При разработке НТК типа «ларь» решались задачи увеличения холодопроизводительности, так как простое увеличение числа АХА не позволяет обеспечить требования к объемам перерабатываемой продукции, особенно в начальный период. Кроме этого, как показывает опыт, величина полезного объема НТК должна составлять не менее 180 дм<sup>3</sup>. При высоте порядка 1,0 м, ширина ее составит около 1,0 м, а глубина – 0,5...0,6 м. При отсутствии систем принудительной циркуляции

воздуха обеспечить равномерность температурных полей в камере достаточно сложно. Возникшие при разработке проблемы решали с помощью холодоаккумулирующих материалов (ХМ), позволяющих создать «запас» холодопроизводительности и тепловых труб (ТТ), обеспечивающих высокоэффективную (с минимальным термическим сопротивлением) тепловую связь на значительных расстояниях.

Изучение ХМ и ТТ проводили на НТК типа

«ларь» с торцевым расположением двух АХА. Величина полезного объема камеры составляла  $180 \text{ дм}^3$ , наружные размеры камеры –  $1,020 \times 0,65 \times 0,95 \text{ м}$ . В качестве ХМ использовался водный раствор хлорида натрия (22-23 %), который находился в полиэтиленовых прямоугольных емкостях размером  $0,04 \times 0,080 \times 0,210 \text{ м}$ . ТТ были выполнены по технологии НПО прикладной механики (г.Железногорск, Россия) и имели Г-образную конструкцию и омегаобразный профиль. Теплоноситель – аммиак. Длина зоны испарения ТТ – 0,19 м, конденсации – 0,24 м. В качестве имитаторов продукта использовали водный раствор агара, приготовленный в соответствии с нормативными требованиями [10]. Размеры пакетов-имитаторов составляли  $0,05 \times 0,1 \times 0,1 \text{ м}$ , вес 0,5 кг. Пакеты размещались в проволочных корзинах размером  $0,315 \times 0,38 \times 0,21 \text{ м}$ , которые устанавливались в три яруса. Между корзинами и стенкой камеры выдерживался воздушный зазор 15...20 мм.

Конструктивное исполнение НТК с АХА позволяло изучать различные комбинации при установке шести ТТ в зоне испарительных участков АХА - по одной, две, три ТТ на один АХА (для камеры, соответственно, 2, 4, 6 ТТ). Результаты экспериментальных исследований показали, что в незагруженной камере число труб практически не влияет на равномерность ее температурного поля. Снижение температуры в камере из-за выравнивания температурных полей при переходе с двух ТТ на шесть не превышает  $2 \text{ }^\circ\text{C}$ . При этом различная компоновка ТТ с прямолинейными участками испарителя практически не оказывает влияния на температурное поле незагруженной камеры (изменение температуры не превышает погрешности измерений т.е.  $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Это объясняется низкими величинами теплопритоков через ограждающие теплоизоляционные конструкции камеры в стационарном режиме и возможностью свободного перемещения воздуха в полезном объеме камеры. Особый интерес представляют пусковые (нестационарные) режимы, связанные с загрузкой камеры «теплыми» продуктами (имитаторами) с температурой  $25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Серия таких исследований проводилась при номинальной тепловой нагрузке на АХА (по 112 Вт) в постоянном режиме, температуре окружающей среды  $31...32 \text{ }^\circ\text{C}$ , температуре в камере минус 20 ... минус 18  $^\circ\text{C}$ .

Анализ результатов, представленный на рисунке 2, показывает, что удовлетворительные результаты в части продолжительности замораживания (температура на  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  ниже криоскопической – минус 0,8... минус 1,2  $^\circ\text{C}$ ) – не выше 36...44 часов не достигается, даже при минимальной степени загрузки.

При минимальной загрузке  $0,27 \cdot V_k$  реализуется только режим охлаждения – не выше  $4 \text{ }^\circ\text{C}$  при продолжительности охлаждения 36 часов. Очевидно, что холодопроизводительности даже двух АХА недостаточно для интенсивного охлаждения загруженного продукта.

Для интенсификации режима охлаждения и замораживания имитаторов были использованы пакеты с ХМ в количестве: 10; 20; 40; 60 пакетов, вес ХМ составил, соответственно, 8; 16; 32; 48 кг. Исследования проводились при средней степени загрузки камеры имитаторами –  $0,56 \cdot V_k$ . Результаты исследований приведены на рисунке 3.

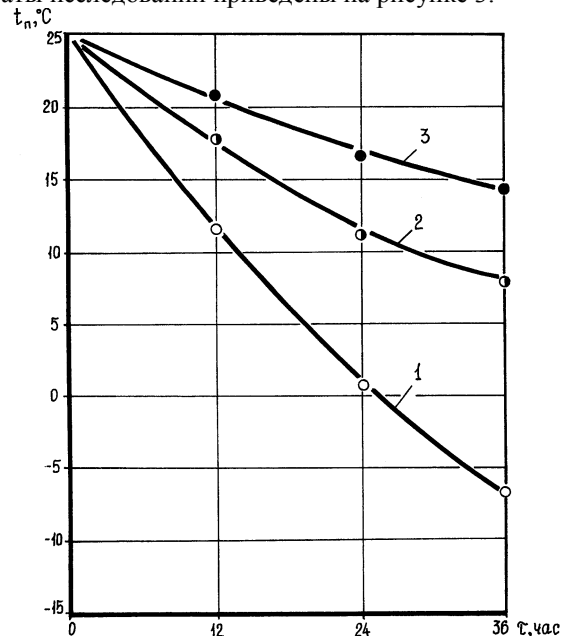


Рисунок 2 – Динамика изменения температуры «теплого» пакета при различных степенях загрузки камеры имитаторами продуктов: 1 –  $0,27 V_k$ ; 2 –  $0,56 V_k$ ; 3 –  $0,83 V_k$

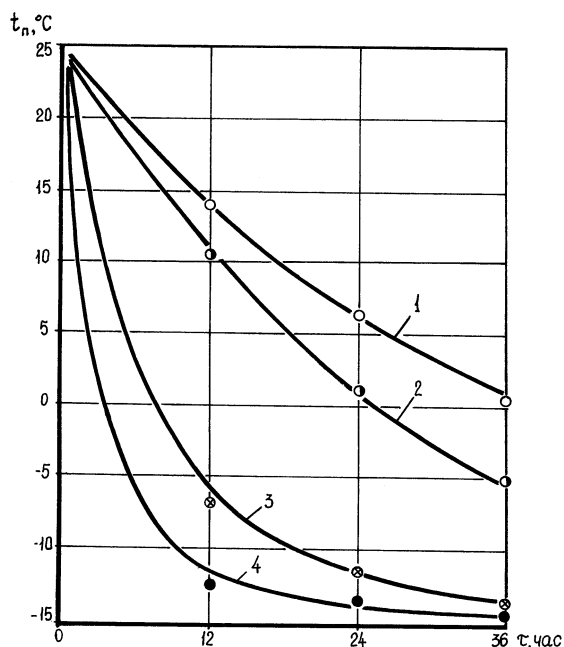


Рисунок 3 – Динамика изменения температуры «теплого» пакета при средней загрузке камеры имитаторами продуктов и различной загрузке пакетов с ХМ: 1 –  $0,037 V_k$  (10 пакетов); 2 –  $0,075 V_k$  (20 пакетов); 3 –  $0,14 V_k$  (40 пакетов); 4 –  $0,22 V_k$  (60 пакетов)

Наличие предварительно замороженных продуктов (пакетов ХМ) позволило реализовать требуемые режимы замораживания при сорока и шестидесяти пакетов. Пакеты при этом были уложены в корзины верхнего (третьего) яруса. При установке 10 и 20 пакетов с ХМ была достигнута требуемая продолжительность охлаждения, температура через 36 часов составила, соответственно, 0,5 и 5,3 °С.

Оценочные расчеты аккумулирующей способности используемого ХМ показали наличие запаса, как по теплоте фазового перехода, так и по теплоемкости. Ограничительным фактором здесь является высокое термическое сопротивление цепочки «продукт - воздух в камере - стенка камеры - источник холода», обусловленное значительными геометрическими размерами объекта. Как показали измерения температурных полей при загрузке «теплого» продукта температурный перепад между стенками камеры и испарителем достигает через 1 час работы 42 °С без ХМ и 26 °С с ХМ, тогда как в незагруженной камере эта величина не превышает 3...4 °С.

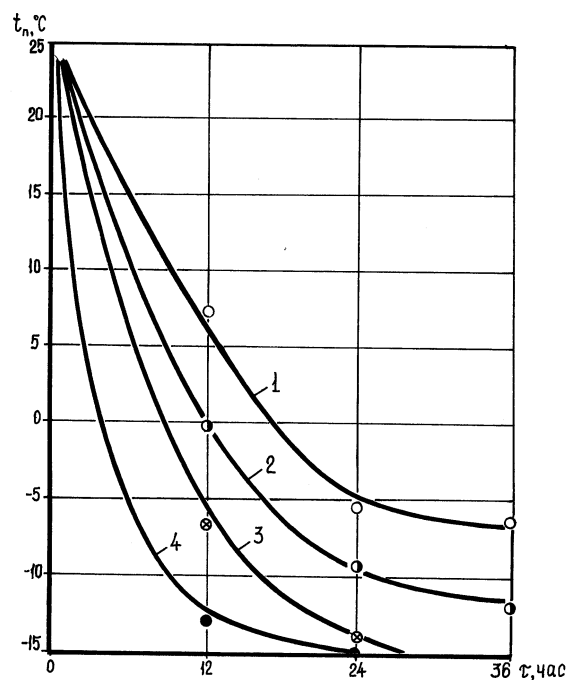
Для устранения таких температурных переколов на стенках камеры были установлены четыре ТТ. Результаты исследований, проведенных как при наличии ХМ (рисунок 4), так и без ХМ (рисунок 5) показывают, что ТТ позволяют снизить уровень температур теплого пакета через 36 часов работы на 5...7 °С без ХМ и на 2...3 °С с ХМ. При этом реализуется и режим замораживания при загрузке 20 пакетов ХМ, а при отсутствии ХМ – режим охлаждения (не выше 4 °С) при средней загрузке камеры. Использование двух ТТ (по одной на АХА) позволило снизить температуру «теплого» пакета на 1,5...2,8 °С без ХМ и не более, чем на 0,7 °С с ХМ. При установке шести ТТ снижение температур «теплого» пакета составляло 8...9 °С без ХМ и на 2,5...4 °С с ХМ.

Таким образом, проведенные исследования по влиянию на температурно-энергетические режимы загруженной камеры числа ТТ и количества ХМ позволили определить оптимальные условия процессов охлаждения и замораживания продуктов: количество ТТ в камере – 4; оптимальная степень загрузки –  $0,56 \cdot V_k$ ; число пакетов с ХМ, предварительно замороженных до температуры минус 18 °С и установленных в верхнем ярусе корзин, не более 20 шт.

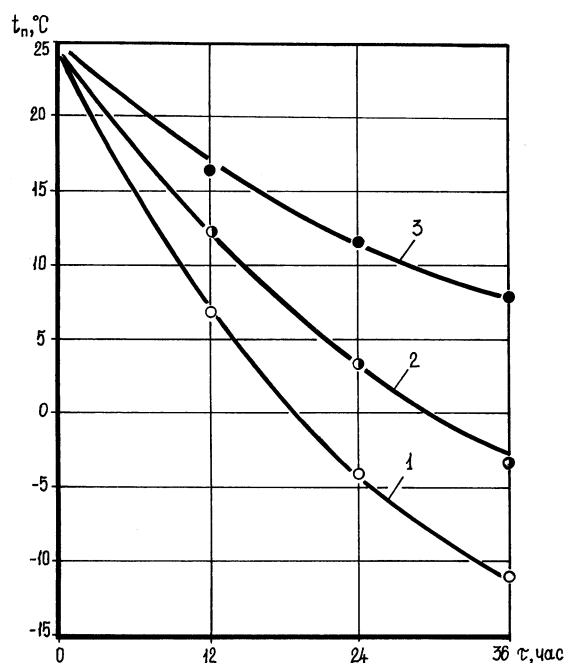
При разработке таких холодильных аппаратов особое внимание уделялось термическому сопротивлению в зоне контакта испарителя, имеющего цилиндрическую либо сплюснутую форму и плоской стенки.

Для снижения контактного сопротивления впервые был использован высокопористый ячеистый материал (ВПЯМ) с медным каркасом. В процессе сборки испарителя предварительно приготовленные заготовки ВПЯМ устанавливались в зоне его контакта с плоской стенки и сжимались при помощи резьбовых соединений. Сжатие

ВПЯМ сопровождается снижением его пористости, т.е. росту его эффективной теплопроводности.



**Рисунок 4** – Динамика изменения температуры «теплого» пакета при средней загрузке камеры имитаторами продуктов четырех ТТ и различной загрузки пакетов с ХМ. Количество пакетов, шт.: 1-10; 2-20; 3-40; 4-60



**Рисунок 5** – Динамика изменения температуры «теплого» пакета при наличии четырех ТТ и различной загрузке камеры имитаторами продуктов: 1-0,27 V<sub>k</sub>; 2 – 0,56 V<sub>k</sub>; 3 – 0,83 V<sub>k</sub>.

В связи с отсутствием информации о теплопередающих характеристиках, были выполнены

экспериментальные исследования эффективной теплопроводности ВПЯМ.

В качестве объекта исследования использовался ВПЯМ на основе меди толщиной 10 мм, а также его сжатые варианты с остаточной толщиной 4,5; 3,2 и 2,3 мм. Применялся метод стационарного теплового потока.

Найденная зависимость термического сопротивления и эффективной теплопроводности исследуемого образца ВПЯМ от степени сжатия приведена в таблице 1.

**Таблица 1** – Результаты экспериментальных исследований ВПЯМ

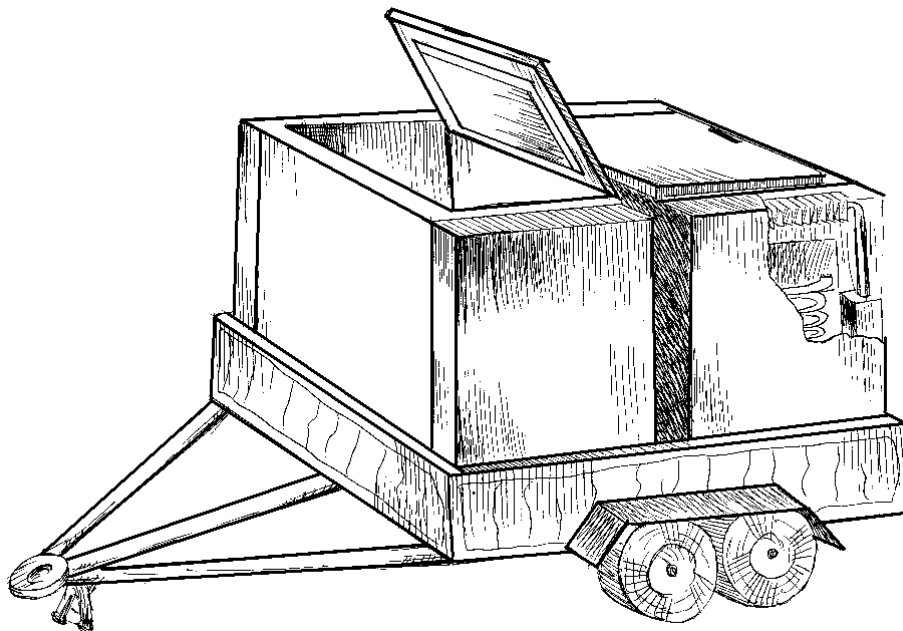
Толщина опытного образца ВПЯМ, м	0,0100	0,0045	0,0032	0,0023
Степень сжатия	0,10	0,22	0,31	0,43
Термическое сопротивление, К/Вт	1,62	0,38	0,27	0,24
Эффективная теплопроводность, Вт/(м·К)	3,83	7,92	8,28	8,32

Анализ результатов проведенных исследований показывает, что при степени сжатия образца ВПЯМ более 0,4 эффективная теплопроводность практически не изменяется и составляет

$8,3 \pm 0,1$  Вт/(м·К). Очевидно, при этом наступает предел сжатия, хотя некоторая пористость у образца ВПЯМ еще сохраняется.

Проведенные исследования показали целесообразность установки в межконтактном зазоре предварительно сформированных пластин из ВПЯМ, причем в процессе сборки сжатие ВПЯМ необходимо осуществлять с таким расчетом, чтобы он плотно облегал цилиндрические или овальные поверхности испарителя. Максимальный эффект достигается в случае, если ВПЯМ пропитывается теплопроводной пастой типа КПТ-8. В первом случае величина контактного термического сопротивления, по сравнению с базовым, снижается в 3,2 раза, во втором – в 6,7 раз.

Применение ТТ в составе конструкций абсорбционных НТК холодильников позволило, по сравнению с базовыми моделями: сократить время пускового периода на 50...55 %; снизить уровень температур на 12...14 °С; уменьшить величину суточного энергопотребления на 15...18 %. Транспортный вариант работы универсального НТК предполагает использование как постоянного тока при работе автомобильного двигателя, так и горелочного устройства. При таком использовании можно решать задачи первичной холодильной обработки плодовоовощной продукции (клубники, помидор и т. д.) непосредственно в местах заготовки или доставлять продукты на базары и рынки (рисунок 6).



**Рисунок 6** – Вариант установки НТК на прицепе легкого транспортного средства

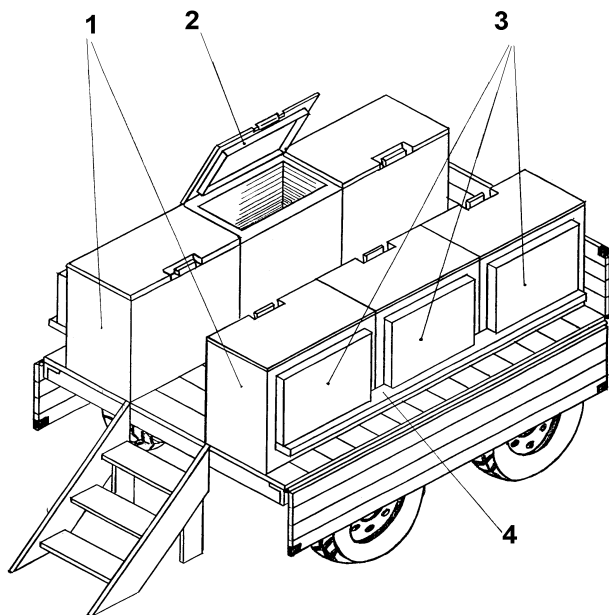
Одно из практических применений разработок универсальных НТК абсорбционного типа связано с прудовым и речным рыбоводством. Большой проблемой в рыбоводческих хозяйствах является сохранение крупных пород рыб (белого

амура, карпа, толстолобика) перед спуском прудов на зиму [11].

Платформы-прицепы предназначены для первичной холодильной обработки непосредственно в местах лова с последующей доставкой охла-

жденной продукции в места стационарного хранения [12].

Решить проблему холодильной обработки и хранения в этих случаях можно как при помощи универсальных НТК, так и при помощи оборудования специальных помещений блочными АХА (рисунок 7).



**Рисунок 7** – Передвижная платформа-прицеп для первичной холодильной обработки продукции прудового и речного рыбоводства.

1 – холодильные камеры; 2 – крышки холодильных камер; 3 – АХА; 4 – магистраль подачи теплоносителя

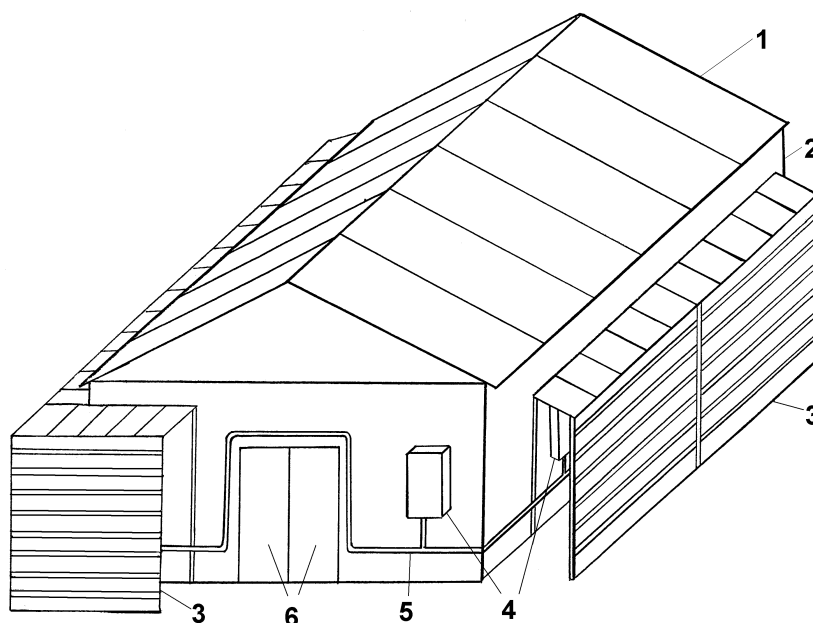
Максимальный экономический эффект будет достигнут при использовании в качестве холодильных камер имеющихся хозяйственных построек (подвалов, погребов, сараев, амбаров и т.д.) после соответствующей теплогидроизоляции ограждений (рисунок 8). Наиболее перспективными с точки зрения авторов проекта могут стать подземные сооружения (погреба, подвалы), характеризующие минимумом теплопритоков в теплое время года и высокой тепловой инерционностью [13].

В проемах боковых стен установлены модульные АХА, теплорассеивающие элементы которых вынесены за пределы охлаждаемого объема холодильной камеры, а источники холода - испарители установлены в отдельных теплоизоляционных блоках и связаны с объемом холодильной камеры.

Для защиты от солнечного излучения теплорассеивающие элементы АХА закрываются навесными солнцезащитными панелями.

Наиболее экономически эффективен в такой конструкции вариант с центральным горелочным устройством, с последующей раздачей горячих продуктов сгорания по специальным теплоизолированным магистралям.

Внутри холодильной камеры располагаются холодоаккумуляторы, в качестве которых могут быть использованы, например, водносолевые растворы хлористого кальция и натрия. Своеобразный «запас» холода необходим при загрузке холодильной камеры отепленными продуктами, когда холодопроизводительности АХА будет недостаточно для достижения заданной температуры хранения в установленный период.



**Рисунок 8** – Вариант использования наземного хозяйственного помещения в качестве холодильной камеры

1 – крыша; 2 – боковые стены; 3 – солнцезащитные панели; 4 – АХА; 5 – магистраль подачи энергии; 6 – двери

### III. ВИСНОВКИ

1. Универсальные НТК на базе АХА могут решать задачи создания непрерывной холодильной цепи и в условиях отсутствия или некачественной подачи электроэнергии.
2. Применение интенсифицирующих технологий (ТТ, ВПЯМ, холодоаккумуляторов) позволяет НТК на базе АХА конкурировать с соответствующими аналогами компрессионного типа.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Чумак И.Г., Лагутин А.Е., Кочетов В.П. Холодильная техника и технология. Состояние и перспективы развития // С.-П. – М. Вестник МАХ. – № 4. –1995. – С.21-26.
2. Титлов А.С. Современный уровень производства бытовых абсорбционных холодильных приборов / А.С. Титлов, Н.Д. Захаров // Наукові праці ОНАХТ. – 2007. – № 31. – Т.2. – С. 62-67.
3. Пат. 19328 Украина, МКИ F25 В15/10. Абсорбционный холодильник /Н.Ф. Хоменко, Г.М. Олифер, А.С. Титлов (Украина). - №95321331, Заявл. 03.04.91; Оpubл. 25.12.97, Бюл. №6.
4. Титлов А.С., Рыбников М.В., Завертанный В.В., Васылив О.Б.Использование тепловых труб и термосифонов в абсорбционных холодильниках // Холодильная техника. – 1998. – № 2. – С. 12-13.
5. Декларацийний патент № 47755А України, МКИ F 25 В 15/10; Теплоізоляційний кожух генераторного вузла абсорбційно-дифузійних холодильних машин //М.Д.Захаров, О.С.Тітлов, О.Б.Василів. - № 2001096080; Заявл. 04.09.2002.
6. Пат. 2039916 Российской Федерации, МКИ F25 D 11/02, 23/10. Способ соединения теплопередающих деталей разной конфигурации в абсорбционном холодильнике и абсорбционный холодильник / В.Ф. Чернышев, Г.И. Овечкин, А.С. Титлов. - № 4877935/13; Заявл. 11.09.90; Оpubл. 20.07.95 , Бюл. № 20.
7. Титлов А.С., Завертанный В.В., Васылив О.Б., Ленский Л.Р. Экспериментальные исследования температурно-энергетических характеристик низкотемпературных камер на основе АХА // Тепловые режимы и охлаждение радиоэлектронной аппаратуры. – 1998. – № 1. – С.60-67.
8. Титлов А.С. Разработка энергосберегающих способов управления бытовыми и торговыми абсорбционными холодильными аппаратами // Сборник науч. тр. 2-ой Междунар. науч.- техн. конф. «Современные проблемы холодильной техники и технологии» (приложение к журналу «Холодильная техника и технология»). – 2002. – С. 97-101.
9. Декларацийний патент № 50941А України, МКИ F25 В15/10; Морозильник // О.С. Тітлов, М.Д. Захаров О.Б. Василів, Г.М. Оліфер, М.Ф. Хоменко. - № 2001096075; Заявл. 04.09.2001; Оpubл. 16.09.2002, Бюл. № 11.
10. ДСТУ 2295-93 (ГОСТ 16317-95 ISO 5155-83, ISO 7371-85, ІЕС 335-2-24-84). Прилади холодильні електричні побутові. Загальні технічні умови. – Взамен ГОСТ 16317-87; Введ. 20.07.95. – К: Держстандарт України, 1996. –35 с.
11. Титлов А.С., Васылив О.Б., Тюхай Д.С., Безусов А.Т., Бабков Н.И., Паламарчук А.С. Разработка автономных мобильных аппаратов абсорбционного типа для первичной холодильной обработки продукции речного и прудового рыбоводства // Холодильная техника и технология. – 2000. – № 22. – С. 61-64.
12. Декларацийний патент № 56791А України, МКИ F25 В1/00, F25 В15/10; Транспортна холодильна установка // О.С.Тітлов, О.Б.Василів, М.І. Бабков, Г.С. Паламарчук. - № 2002097485; Заявл. 17.09.2002; Оpubл. 15.05.2003, Бюл. № 5.
13. Декларацийний патент на винахід № 59825А України, МКИ F25 В13/00; Холодильна камера // О.С. Тітлов, О.Б. Василів, М.Д. Захаров, Р.М. Проць.-№ 20021210411; Заявл. 23.12.2002; Оpubл. 15.09.2003, Бюл. № 9.

Отримана в редакції 03.08.2015, прийнята до друку 03.09.2015

**A. S. Titlov, G. V. Shlapak**

Odessa National Academy of Food Technology, 112 Kanatnaja str., Odessa, 65039, Ukraine

## CHAMBERS DEVELOPMENT BASED ABSORPTION REFRIGERATION UNITS FOR LOW-TEMPERATURE PROCESSING AND STORAGE OF MEAT AND FISH PRODUCTION IN CONDITIONS OF PEASANT FARMERS

*New designs of universal cameras with absorption cooling units, which use modern technical and technological solutions (removal of the evaporator outside the refrigerating chamber, the heat transfer systems based on heat pipes, cold-accumulating materials, effective contact fillers based on the porous compressible material) are presented in the paper. The results of experimental studies of such cameras on the example of the low-temperature processing (frozen) of meat products simulators are shown. Examples of the utilization of low-temperature cameras in the farm conditions are given.*

**Keywords:** low-temperature chamber, an absorption chiller, meat products simulators, the primary low-temperature processing

### REFERENCES

1. **Chumak I.G., Lagutin A.Ye., Kochetov V.P.** 1995. Kholodil'naya tekhnika i tekhnologiya. Sostoyaniye i perspektivy razvitiya. S.-P. – M. *Vestnik MAKH*, No 4, 21–26.
2. **Titlov A.S., Zakharov N.D.** 2007. Sovremennyy uroven' proizvodstva bytovykh absorbtionnykh kholodil'nykh priborov. *Naukovі pratsі ONAKHT*. No 31, Vol. 2, 62–67.
3. Pat. 19328 Ukraina, MKI F25 B15/10. Absorbtsionnyy kholodil'nik / N.F. Khomenko, G.M. Olifer, A.S. Titlov (Ukraina) № 95321331, Zayavl. 03.04.91; Opubl. 25.12.97, Byul. No 6.
4. **Titlov A.S., Rybnikov M.V., Zavertanyy V.V., Vasyliv O.B.** 1998. Ispol'zovaniye teplovykh trub i termosifonov v absorbtionnykh kholodil'nikakh. *Kholodil'naya tekhnika*. No 2, 12–13.
5. Deklaratsiyinyy patent № 47755A Ukraїni, MKI F 25 B 15/10; Teploizolyatsiyinyy kozhukh generatornogo vuzla absorbtisyno-difuziyinykh kholodil'nykh mashin. M.D. Zakharov, O.S. Titlov, O.B. Vasiliv № 2001096080; Zayavl. 04.09.2002.
6. Pat. 2039916 Rossiyskoy Federatsii, MKI F25 D 11/02, 23/10. Sposob soyedineniya teploperedayushchikh detaley raznoy konfiguratsii v absorbtionnom kholodil'nike i absorbtionnyy kholodil'nik / V.F. Chernyshev, G.I. Ovechkin, A.S. Titlov. - № 4877935/13; Zayavl. 11.09.90; Opubl. 20.07.95, Byul. № 20.
7. **Titlov A.S., Zavertanyy V.V., Vasyliv O.B., Lenskiy L.R.** 1998. Eksperimental'nyye issledovaniya temperaturno-energeticheskikh kharakteristik nizkotemperaturnykh kamer na osnove AKHA. *Teplovyye rezhimy i okhlazhdeniye radioelektronnoy apparatury*, No 1, 60–67.
8. **Titlov A.S.** 2002. Razrabotka energosberegayushchikh sposobov upravleniya bytovymi i trgovymi absorbtionnymi kholodil'nymi apparatami. Sbornik nauch. tr. 2-oy Mezhdunar. nauch.- tekhn. konf. «Sovremennyye problemy kholodil'noy tekhniki i tekhnologii» (prilozheniye k zhurnalu «Kholodil'naya tekhnika i tekhnologiya»), 97-101.
9. Deklaratsiyinyy patent № 50941A Ukraїni, MKI F25 B15/10; Morozil'nik // O.S. Titlov, M.D. Zakharov O.B. Vasiliv, G.M. Olifer, M.F. Khomenko. - № 2001096075; Zayavl. 04.09.2001; Opubl. 16.09.2002, Byul. № 11.
10. DSTU 2295-93 (GOST 16317-95 ISO 5155-83, ISO 7371-85, IEC 335-2-24-84). Priladi kholodil'ni yelektrichni pobutovi. Zagal'ni tekhnichni umovi. – Vzamen GOST 16317-87; Vved. 20.07.95. – K: Derzhstandart Ukraїni, 1996. –35 s.
11. **Titlov A.S., Vasyliv O.B., Tyukhay D.S., Bezusov A.T., Babkov N.I., Palamarchuk A.S.** 2000. Razrabotka avtonomnykh mobil'nykh apparatov absorbtionnogo tipa dlya pervichnoy kholodil'noy obrabotki produktsii rechnogo i prudovogo rybovodstva. *Kholodil'naya tekhnika i tekhnologiya*, No 22, 61–64.
12. Deklaratsiyinyy patent № 56791A Ukraїni, MKI F25 B1/00, F25 B15/10; Transportna kholodil'na ustanovka. O.S. Titlov, O.B. Vasiliv, M.I. Babkov, G.S. Palamarchuk. № 2002097485; Zayavl. 17.09.2002; Opubl. 15.05.2003, Byul. № 5.
13. Deklaratsiyinyy patent na vinakhid № 59825A Ukraїni, MKI F25 B13/00; Kholodil'na kamera. O.S. Titlov, O.B. Vasiliv, M.D. Zakharov, R.M. Prots'. № 20021210411; Zayavl. 23.12.2002; Opubl. 15.09.2003, Byul. № 9.

Received 03 August 2015  
Approved 03 September 2015  
Available in Internet 26.10.2015