

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

АЛМАТИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ALMATY TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ ХОЛОДА
INTERNATIONAL ACADEMY OF REFRIGERATION



**Х ЮБИЛЕЙНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«КАЗАХСТАН-ХОЛОД 2020»**

**X ANNIVERSARY INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND TECHNICAL CONFERENCE
«KAZAKHSTAN-REFRIGERATION 2020»**

Сборник докладов конференции
4-5 марта 2020г.
Proceedings of the Conference
March 4-5 , 2020

Нур-Султан, 2020

УДК 621.56/59 (063)
ББК 31.392
К 14

Сборник подготовлен под редакцией
доктора технических наук, академика Кулажанова Т.К.

Редакционная коллегия:

Цой А.П., Радченко Н.И., Грановский А.С., Андреева В.И. (ответ. секретарь)

К 14 Казахстан-Холод 2020: Сб. докл. межд. науч-техн. конф. (4-5 марта 2020г.) =
Kazakhstan-Refrigeration 2020: Proceeding sof the Conference (March 4-5, 2020). –
Алматы: АТУ, 2020. –249 с., русский, английский

ISBN 978-601-263-529-4

На конференции при участии Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан обсуждалось стратегическое видение и поиск среднесрочных решений по применению экологически безопасных холодильных агентов и развитию «Зеленых» технологий переработки пищевых продуктов и холодильных технологий для Республики Казахстан.

В докладах из Казахстана, России, Украины, Германии, Бельгии, Дании, Японии, Южной Кореи, Италии представлены результаты научных исследований, посвященные экологически безопасным холодильным агентам, компрессорам, теплообменным аппаратам, компонентам, системам автоматизации, технологиям холодильного хранения и переработки пищевых продуктов. Сборник рассчитан на специалистов и ученых, работающих в областях холодильной техники, пищевой и нефтегазовой промышленности, а также на специалистов систем кондиционирования воздуха и жизнеобеспечения.

At the conference, the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan jointly discussed the strategic vision and search for medium-term solutions for the use of environmentally friendly refrigerants and the development of "Green" food processing and refrigeration technologies for the Republic of Kazakhstan.

The reports from Kazakhstan, Russia, Ukraine, Germany, Belgium, Denmark, Japan, South Korea, Italy present the results of scientific research on environmentally friendly refrigerants, compressors, heat exchangers, components, automation systems, technologies for refrigerated storage and processing of food products and practical implementation. The Proceedings are intended for specialists and scientists working in the areas of refrigeration, food and oil and gas industries, as well as for specialists in air conditioning and life support systems.

УДК 621.56/59 (063)
ББК 31.392

ISBN 978-601-263-529-4

© АТУ, 2020

В результате математической обработки были получены уравнения:

-изменение теплоемкости c , Дж/(кг·К), для мясорастительной композиции (говядина + морковь):

$$c = 3,4429m_{\text{мор}} + 3597,6 \quad (1)$$

- изменение теплоемкости c , Дж/(кг·К) для мясорастительной композиции (птица + морковь):

$$c = 6,5071m_{\text{мор}} + 3298,1 \quad (2)$$

- изменение теплоемкости c , Дж/(кг·К) для мясорастительной композиции (свинина + морковь):

$$c = 2,9893m_{\text{мор}} + 3642,3 \quad (3)$$

- изменение влагосодержания W , % мясорастительной композиции (говядина + морковь):

$$W = 0,2369m_{\text{мор}} + 69,8 \quad (4)$$

- изменение влагосодержания W , % мясорастительной композиции (птица + морковь):

$$W = 0,3147m_{\text{мор}} + 66,911 \quad (5)$$

- изменение влагосодержания W , % мясорастительной композиции (свинина + морковь):

$$W = 0,3256m_{\text{мор}} + 59,958 \quad (6)$$

где c – теплоемкость, Дж/кг·К; W – влагосодержание, %;

$m_{\text{мор}}$ – массовая доля моркови, %.

На основе проведенного анализа полученных данных можно сделать вывод, что теплоемкость и влагосодержание мясорастительных композиций имеет линейную зависимость и увеличивается с ростом массовой доли моркови.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017 – 2021 годы.

2. А.Ж. Агибаева, Г.Т. Кажобаева, Б.С. Туганова, К.М., Омарова Особенности химического состава и пищевая ценность конины при использовании данного вида мяса в лечебных целях // Вестник ГУ имени Шакарима. - 2019. - №3 (87)

3. Р.У. Ашакаева, Б.К. Асенова, Е.Л. Исакова, Ж.К. Молдабаева Показатели качества и безопасности мясной продукции // Вестник ГУ имени Шакарима. - 2019. - №3 (87)

4. А.К. Игенбаев, К.Ж. Амирханов, М.М. Какимов, С.К. Қасымов Исследование пищевой ценности мяса индейки, применяемого в производстве мясных продуктов для геродиетического питания // Вестник ГУ имени Шакарима. - 2019. - №3 (87)

5. А.С. Искинеева, А.К. Игенбаев, А.К. Мустафаева, Б.Б. Кабулов Совершенствование технологии мясных продуктов с использованием растительных добавок // Вестник ГУ имени Шакарима. - 2019. - №3 (87)

6. Б.К. Абилямажинова, Ж.Б. Асиржанова Технология замораживания мясных полуфабрикатов // Вестник ГУ имени Шакарима. - 2019. - №3 (87)

7. А.С.Камбарова Пищевая и биологическая ценность мясного паштета с добавлением многокомпонентной добавки // Вестник ГУ имени Шакарима. - 2019. - №3 (87)

УДК 536.248.2:532.529.5

SOLAR ABSORPTION AIR CONDITIONING SYSTEMS BASED ON LOW TEMPERATURE EVAPORATIVE AIR COOLERS

СОЛНЕЧНЫЕ АБСОРБЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА НА ОСНОВЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ИСПАРИТЕЛЬНЫХ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ

Doroshenko A.V.^{1a}, Doct. Tech. Sc., professor
Kovalenko C.A.^{2b}

Antonova A.R.^{3c}, Cand. Tech. Sc.

1, 2, 3 – Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, 65043, Odessa, Kanatnaya, 112

E-mail: a – dor_av43@i.ua; b – 777sk@ukr.net; c – allaantonova62@gmail.com

Дорошенко А.В.^{1а}, докт. тех. наук, профессор
Коваленко С.А.^{2б}

Антонова А.Р.^{2с}, канд. тех. наук.

1, 2, 3 – Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина, 65043, Одесса, ул. Канатная, 112

Abstract

The present work is aiming at developing scheme solutions for alternative air conditioning systems based on the use of a heat-entrapping absorption cycle and solar energy for regenerating an absorbent

solution, or in other words, for maintaining cycle continuity. Based on experimental data, a comparative analysis of air conditioning systems based on a low-temperature evaporative air cooler and a solar air conditioning system based on an absorption system for pre-drying air and its subsequent evaporative cooling has been performed. Our designs of the proposed scheme solutions afford expansion of the area of practical applications of the evaporative cooling methods, for example, in ensuring the comfort parameters of the air in an air-conditioning system without resorting to the traditional vapor-compression technology, best demonstrated by paving the way to the absorption systems' main eco-energy characteristics improvement.

Аннотация

Цель исследования состоит в разработке схемных решений для альтернативных систем кондиционирования воздуха, основанных на использовании абсорбционного цикла и солнечной энергии для регенерации раствора абсорбента, то есть для поддержания непрерывности цикла. Выполнен, на основании экспериментальных данных, сравнительный анализ систем кондиционирования воздуха на основе низкотемпературного испарительного воздухоохладителя и солнечной системы кондиционирования воздуха на основе абсорбционной системы предварительного осушения воздуха и последующего его испарительного охлаждения. Разработанные решения позволяют расширить область практического использования методов испарительного охлаждения, например, обеспечить параметры комфортности воздуха в системе кондиционирования без привлечения традиционной парокомпрессионной техники, а также улучшить основные эко-энергетические характеристики абсорбционных систем.

Введение. Интерес к возможностям испарительного охлаждения сред в последние годы неуклонно возрастает, что обусловлено их малым энергопотреблением и экологической чистотой [1-14]. Широкое практическое применение находят испарительные охладители (ИО) непрямого типа (НИО, indirect evaporative cooling, IEC). Возможности таких охладителей по достигаемому температурному уровню охлаждения ограничены температурой наружного воздуха по мокрому термометру t_m , являющейся естественным пределом охлаждения; χ эффективность существенно зависит от местных климатических условий [4-9]. Значительный интерес в последние годы вызывают ИО со сниженным пределом испарительного охлаждения сред [10-14]. Снижение температурного уровня охлаждения обеспечивает и общее уменьшение количества воды, используемой в ИО, что для современных энергетических систем означает реальное уменьшение количества воды, требуемое для компенсации потерь на испарение.

1. Низкотемпературные испарительные воздухоохладители непрямого типа со сниженным пределом охлаждения

В испарительном воздухоохладителе НИОг (рис. 1А и Б), получившем наибольшее распространение в последние годы [1-9], воздушный поток, поступающий на охлаждение (П) делится на две части. Вспомогательный поток воздуха (В) поступает в «мокрую» часть охладителя, где контактирует с водой, рециркулирующей через насадку аппарата и обеспечивает испарительное охлаждение воды, которая, в свою очередь, охлаждает бесконтактно, через разделяющую каналы стенку, основной воздушный поток (О). Этот поток воздуха охлаждается при неизменном влагосодержании, что обеспечивает преимущества при создании на основе НИОг систем кондиционирования воздуха СКВ. Вспомогательный воздушный поток выносит все тепло из аппарата, его температура также понижается а влагосодержание возрастает.

Температура воды в цикле сохраняет неизменное значение и оказывается несколько выше температуры мокрого термометра поступающего в НИОг наружного воздуха. Эта температура зависит от соотношения воздушных потоков в НИОг и является пределом охлаждения для обоих воздушных потоков. Предел охлаждения здесь определяется комплексом: $t^0 = f(t_m^1, l = G_O / G_B, l' = G_B / G_{ж})$, и одновременно характеризует возможности обоих воздушных потоков («О» и «В»). На рис. 1 (А и Б) приведены как совмещенная, так и раздельная схемы НИОг. В первом случае водо-воздушный теплообменник размещен непосредственно в объеме насадки ТМА.

Испарительные воздухоохладители могут быть обычного и регенеративного типов [4-9, 10-14]. В последнем (рис. 1В) разделение воздушных потоков осуществляется на выходе из водо-воздушного теплообменника. Нами эта схема маркирована как НИО-Рг (воздушный чиллер Chg). Поскольку вспомогательный воздушный поток «В» здесь поступает в испарительную часть охладителя уже охлажденным при неизменном влагосодержании, его потенциал охлаждения существенно возрастает и предел охлаждения теоретически снижается до температуры точки росы наружного воздуха $t_{р}^1$. Отметим, что если в НИОг оптимальное соотношение воздушных потоков $l = G_O / G_B$ составляет примерно 1,0 [1-3], то здесь уже сам принцип, при равном отношении G_O и G_B на выходе из аппарата,

приводит к двукратному снижению соотношения расходов контактирующих потоков ($I = G_{\text{п}} / G_{\text{в}}$) в соседних «мокрых» и «сухих» каналах насадочной части аппарата: - $G_{\text{п}}$ (охлаждаемого в «сухой» части) и $G_{\text{в}}$ (отводящего тепло в соседних «мокрых» каналах). Это естественно повышает удельные энергозатраты на реализацию процесса, сравнительно с НИОг. Интерес к возможностям решения по схеме Chg в мировой периодике очень велик [9-11]. Разработке и изучению возможностей охладителя Chg посвящен ряд патентов и исследований в США [10-12].

Аппараты с подвижной псевдооживленной насадкой (ПН) «газ-жидкость-твердое тело» перспективное направление развития ТМА, обеспечивающее устойчивую эксплуатацию в экстремальных условиях, рост нагрузок и высокую поперечную равномерность [15-16]. Использование этого принципа для реализации процессов тепломассообмена при испарительном охлаждении сред и осушения в системе «абсорбент-воздух» особенно перспективно с учетом предотвращения возможных загрязнений и отложений на рабочих поверхностях и стенках колонн.

На рис. 2 приведены основные решения разработанных, на основе выполненных авторами теоретических и экспериментальных исследований, ТМА применительно к реализации процессов тепломассообмена в аппаратах ССКВ (обозначения к рис. 2.: 1 – рабочая камера; 2 – поворотная решетка; 3 – подвижная насадка ПН (для воздухоохладителя-чилера это, по рисунку Д, – теплообменник основного и вспомогательного потоков воздуха 4, расположенный в слое ПН и образующий каналы для подвижной насадки ПН; 5 – распределитель жидкости; 6 – опорно-распределительная решетка (ОРР, позиция Б; ОРР/т-к, позиция В с теплообменником); 7 – емкость для жидкости; 8 – рециркуляционный водяной контур; 9 – сепаратор капельной влаги; 10, 11 – поток теплоносителя (для абсорбера АБР и десорбера ДБР это охлаждающий и нагревающий теплоноситель, соответственно); 12, 13 и 14 – полный, входящий в Chg (например наружный воздух НВ или смесь воздушных потоков); основной и вспомогательный воздушные потоки; 15 – поворотный диффузор; 16 – элемент подвижной насадки ПН; 17 и 18 – каналы т/ка НИОт/к для полного и вспомогательного воздушных потоков, соответственно (17 – многоканальная вертикальная плита теплообменного элемента). Предпочтительным для реализации процессов тепломассообмена в слое ПНт-к является режим развитого псевдооживления в диапазоне скоростей движения воздушного потока $w_{\text{т}}$ от 2,5 - 3,0 до 6,0-6,5 м/с [16].

II. Солнечные абсорбционные системы кондиционирования воздуха на основе низкотемпературных испарительных воздухоохладителей

Практическое применение методов ИО сдерживается низкой эффективностью процесса при высоких влагосодержаниях наружного воздуха. В работах [1-3] рассмотрены принципы построения СКВ основанные на использовании открытого абсорбционного цикла. На основании ранее выполненных исследований авторами был выбран, в качестве основного решения, абсорбционный тип осушительно-испарительной системы с непрямой регенерацией абсорбента.

Суть открытого абсорбционного цикла (рис. 3-4) заключается в том, что наружный воздух предварительно осушается, так что при этом резко возрастают потенциалы последующего испарительного охлаждения с использованием осушенного в абсорбере (АБР) воздуха, который затем поступает в ИО, где может быть обеспечено глубокое охлаждение среды в солнечных системах кондиционирования воздуха (ССКВ). Сравнительно с традиционными решениями, с применением парокомпрессионных охладителей сред, такие схемы обеспечивают значительное снижение энергопотребления и высокую экологическую чистоту [1-3].

Поддержание непрерывности цикла обеспечивается солнечной регенерацией раствора абсорбента в десорбере-регенераторе (ДБР). Перспективность практического использования альтернативных ССКВ определяется их достоинствами: – экологическая чистота: в работах [2-3], на основании методологии «Полный жизненный цикл», были показаны высокие экологические преимущества ССКВ в сравнении с традиционными парокомпрессионными охладителями; – сравнительно низкие энергозатраты (по данным зарубежных исследований [4-13] и в работах, выполненных в ОГАХ [1-3]); – возможность комплексного решения ряда задач жизнеобеспечения: горячего водоснабжения, отопления, охлаждения и кондиционирования (в частности, осушения воздуха) для жилых и производственных объектов, используя единую солнечную систему.

Однако этим системам присущи и недостатки, сдерживающие их практическое развитие: – большие габариты, обусловленные низкими движущими силами (температурными и концентрационными напорами); – большое количество ТМА, входящих в состав систем, – проблематичность использования только солнечной энергии для регенерации абсорбента.

Основными направлениями для разрабатываемых ССКВ являются: разработка и сравнительная оценка различных схемных решений ССКВ; создание нового поколения ТМА для альтернативных

систем, характеризующегося малым весом и стоимостью с преимущественным использованием полимерных материалов – полимерного солнечного жидкостного коллектора СКж [1-3, 15-16] и основных ТМА осушительного и охлаждающего контуров (АБР, ДБР, испарительные охладители) на основе ПН.

Разработанные схемные решения ССКВ впервые основаны на использовании низкотемпературных воздухоохладителей-чиллеров Chg (рис. 3-4.) и включают следующие позиции: – теплоиспользующий абсорбционный цикл открытого типа состоит из осушительной части в составе АБР – ДБР и охлаждающей части, в составе воздухоохладителей Chg; – оптимальным для устойчивой работы ССКВ является рациональное сочетание альтернативного и традиционных источников энергии; – в солнечной системе используются плоские полимерные солнечные коллекторы СКж [1-3]; охлаждение АБР обеспечивает градирня технологического назначения ГРДт; поддержание требуемого температурного уровня десорбции водяных паров из раствора абсорбента (восстановление концентрации абсорбента) обеспечивает солнечная система горячего водоснабжения ССГВ. Основная формула ССГВ: (ДБР ↔ АБР) – Chg (рис. 3-4).

Перспективным является использование отбросного низкотемпературного воздушного потока «В» для охлаждения раствора абсорбента (рис. 3, сх. В) или осушенного воздушного потока (ОВ) между АБР и Chg; построение воздухоохладителя Chg с двумя водо-воздушными теплообменниками (рис. 4), что позволяет дополнительно регулировать характеристики ССКВ и осушать в АБР только вспомогательный воздушный поток (рис. 4, сх. В).

III. АНАЛИЗ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАЗРАБОТАННЫХ ССКВ

Приведен сравнительный анализ СКВ на основе низкотемпературного водоохладителя Chg (1) и ССКВ на основе солнечной абсорбционной системы предварительного осушения воздуха и Chg в охлаждающей части (2). Из используемых в качестве абсорбентов веществ с точки зрения теплофизических свойств наиболее перспективными являются водные растворы на основе бромистого лития; ориентировочный рабочий интервал концентраций для LiBr составляет 70-75% [17]. Сравнительный анализ в поле Н-Т диаграммы влажного воздуха (рис. 5) выполнен для начальных параметров наружного воздуха: $t^1 = 35^\circ\text{C}$, $t^1_m = 24,3^\circ\text{C}$, $t^1_p = 20,3^\circ\text{C}$, то есть начальное влагосодержание воздуха $x^1_v = 16 \text{ г/кг}$ выбрано значительно выше критической величины $x^* \approx 12,5 \text{ г/кг}$ [1-3], что требует обязательного предварительного осушения.

Анализ проводился с учётом действующего государственного стандарта Украины ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [17] (в поле Н-Х диаграммы зона комфортных параметров воздуха КП выделена серым цветом). Получены результаты:

1. СКВ на основе чиллера Chg, без предварительного осушения наружного воздуха: «О»: $t_o = 24,3^\circ\text{C}$, $x^1_v = 16 \text{ г/кг}$;

2. Солнечная абсорбционная ССКВ на основе Chg: $t_o = 20,0^\circ\text{C}$, $x^1_v = 9 \text{ г/кг}$.

СКВ на основе Chg обеспечивает «сухое» охлаждение воздушного потока практически до t^1_m и температура t_o может быть снижена варьированием соотношения $l = G_o/G_v$, при снижении предела охлаждения до t^1_p . Для обеспечения КП воздуха при $x^* > 12,5 \text{ г/кг}$ необходимо предварительное осушение воздуха. Процесс осушения в АБР (линия 1 – 2) обеспечивает снижение влагосодержания воздуха и достижение требуемых КП.

Линия изменения состояния вспомогательного воздушного потока криволинейна и до выхода из насадки ТМА может выходить на кривую $\phi = 100\%$, с определённого момента следуя непосредственно по ней. Построение этих кривых выполнено по методике, разработанной на основе метода «энтальпийного потенциала» в работе [1]. Разработанные ССКВ обеспечивают получение требуемых комфортных параметров воздуха в помещении без привлечения традиционной парокомпрессионной техники, значительно улучшая эколого-энергетические показатели системы в целом [1, 3].

Выводы

1. Низкотемпературные испарительные воздухоохладители – чиллеры обеспечивают охлаждение воздуха при его неизменном влагосодержании со сниженным пределом охлаждения до температуры точки росы;

2. Разработанные ССКВ даже для очень тяжёлых параметров наружного воздуха, однозначно обеспечивают получение требуемых комфортных параметров воздушной среды в обслуживаемом помещении без привлечения традиционной парокомпрессионной техники, значительно улучшая эколого-энергетические показатели системы в целом.

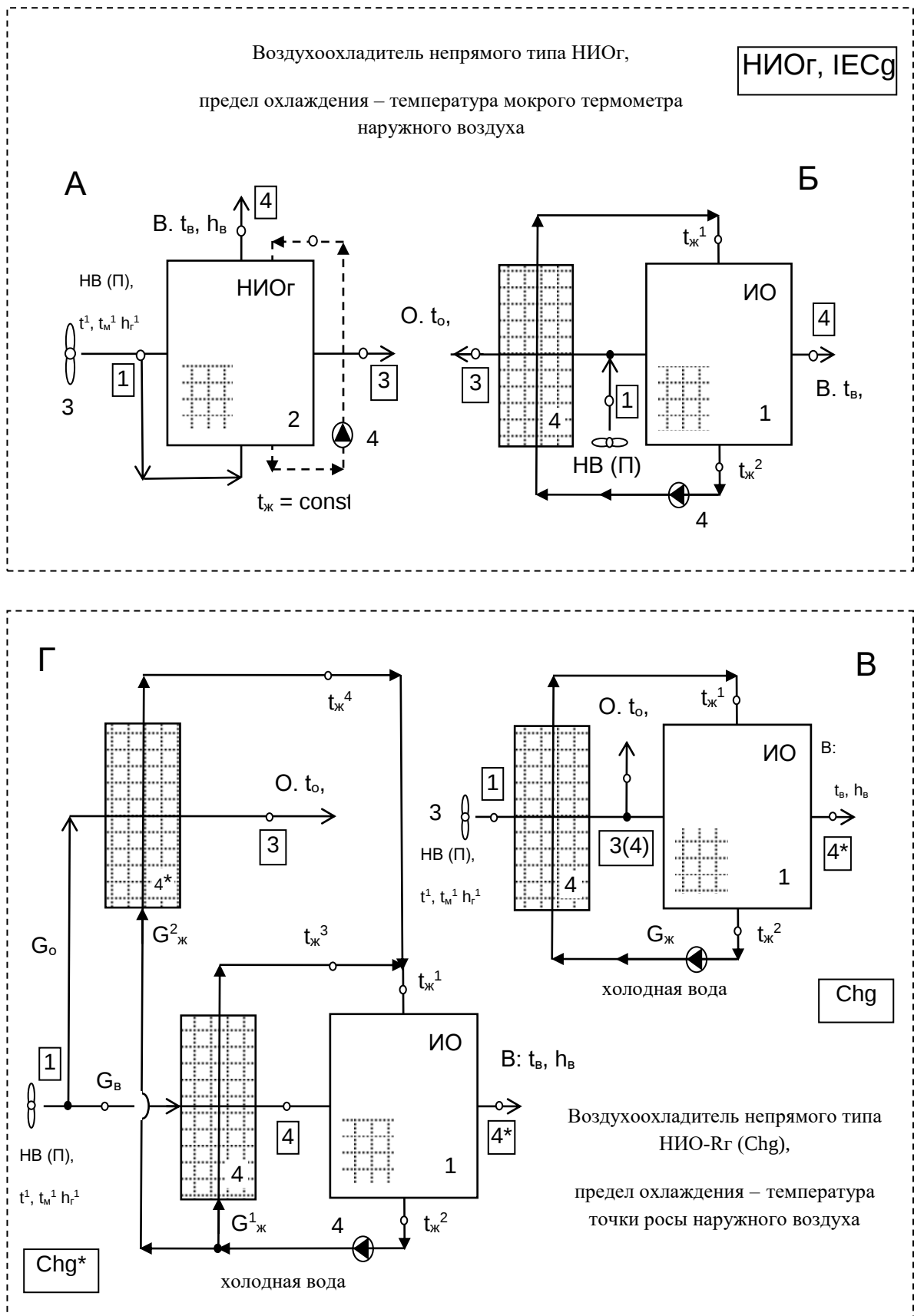


Рисунок 1 - Принципиальные схемные решения испарительных воздухоохладителей непрямого типа, построенные по совмещенной и раздельной схемам: НИОг (А и Б) и воздухоохладителей-чиллеров Chg (В и Г).
Обозначения: 1 – ИО; 2 – НИОг; 3 – вентилятор (Chg); 4 – теплообменники.

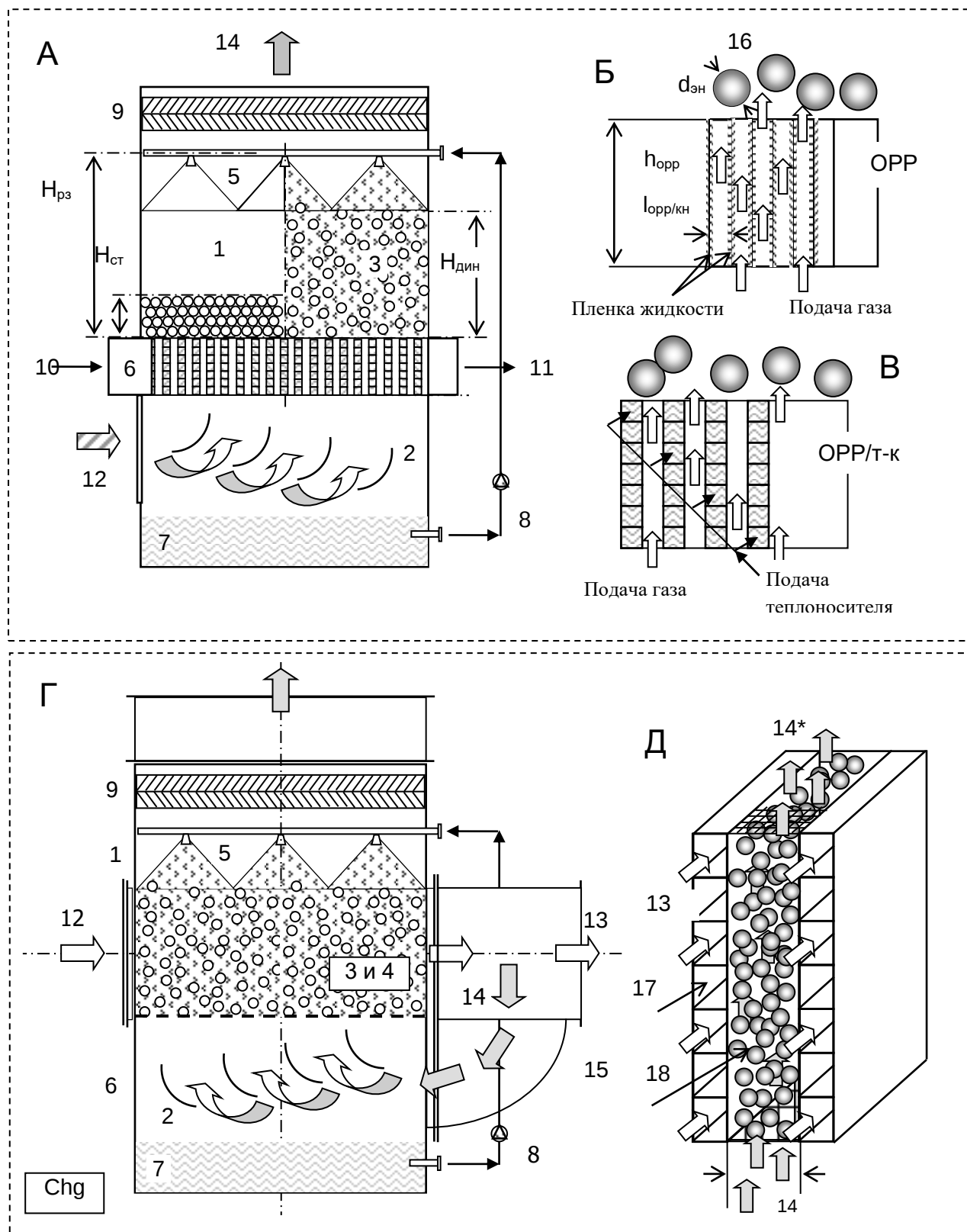


Рисунок 2 - Принципиальные схемы и основные элементы тепломасообменных аппаратов с подвижной насадкой ПН для солнечных систем ССКВ: А – абсорбера-осушителя АБР, десорбера-регенератора ДБР, водо- и воздухоохладителей прямого типа; Б – воздухоохладителя – чиллера Chg с размещением многоканального теплообменника НИОт/к в объеме ПН (Г и Д). Обозначения приведены в тексте.

Solar liquid-desiccant air conditioning systems
(Solar / Chg)

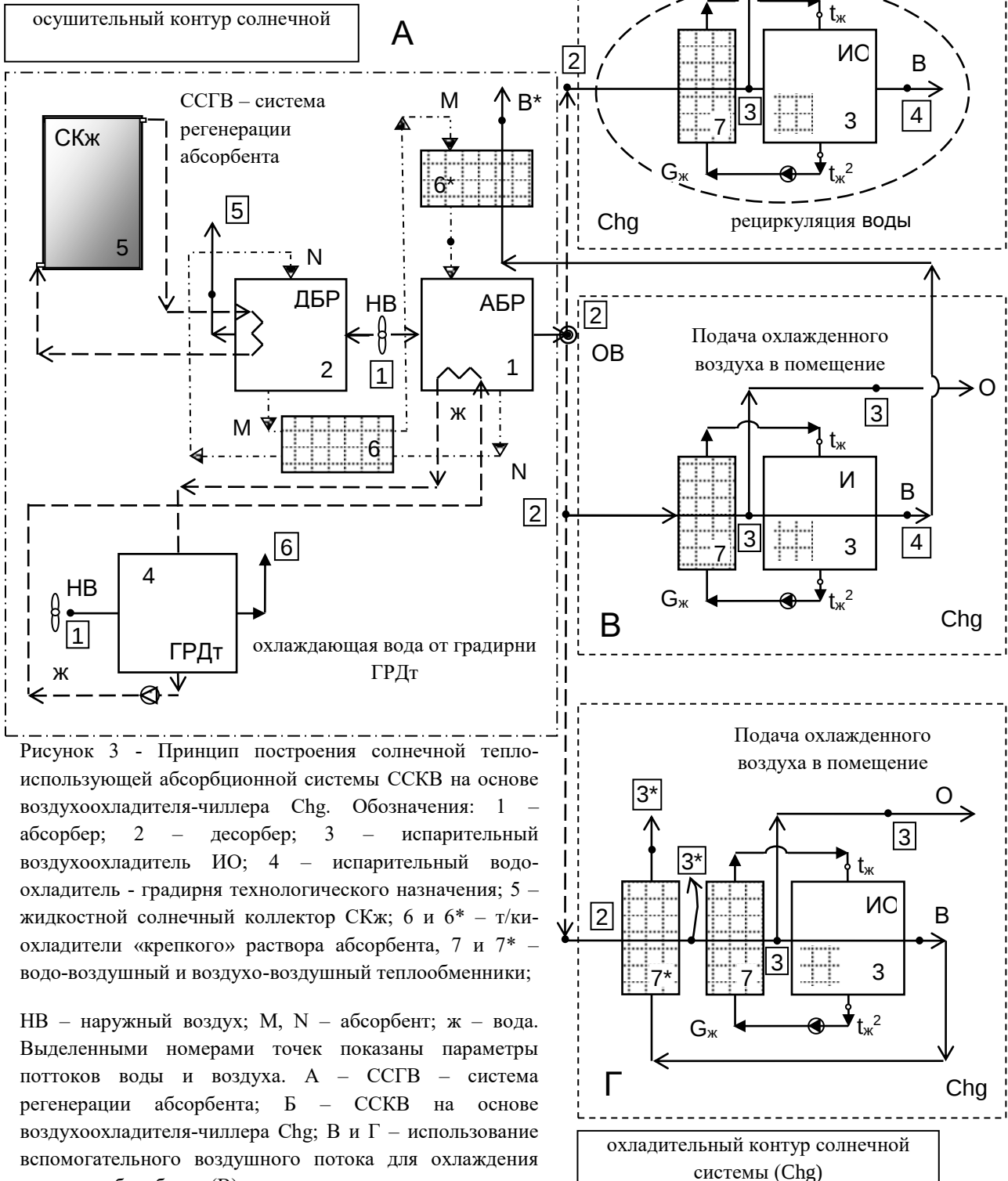


Рисунок 3 - Принцип построения солнечной тепло-использующей абсорбционной системы ССКВ на основе воздухоохладителя-чиллера Chg. Обозначения: 1 – абсорбер; 2 – десорбер; 3 – испарительный воздухоохладитель ИО; 4 – испарительный водоохладитель - градирня технологического назначения; 5 – жидкостной солнечный коллектор СКЖ; 6 и 6* – т/ки-охладители «крепкого» раствора абсорбента, 7 и 7* – водо-воздушный и воздухо-воздушный теплообменники;

НВ – наружный воздух; М, N – абсорбент; ж – вода. Выделенными номерами точек показаны параметры потоков воды и воздуха. А – ССГВ – система регенерации абсорбента; Б – ССКВ на основе воздухоохладителя-чиллера Chg; В и Г – использование вспомогательного воздушного потока для охлаждения раствора абсорбента (В) и для охлаждения воздуха после абсорбера (Г)

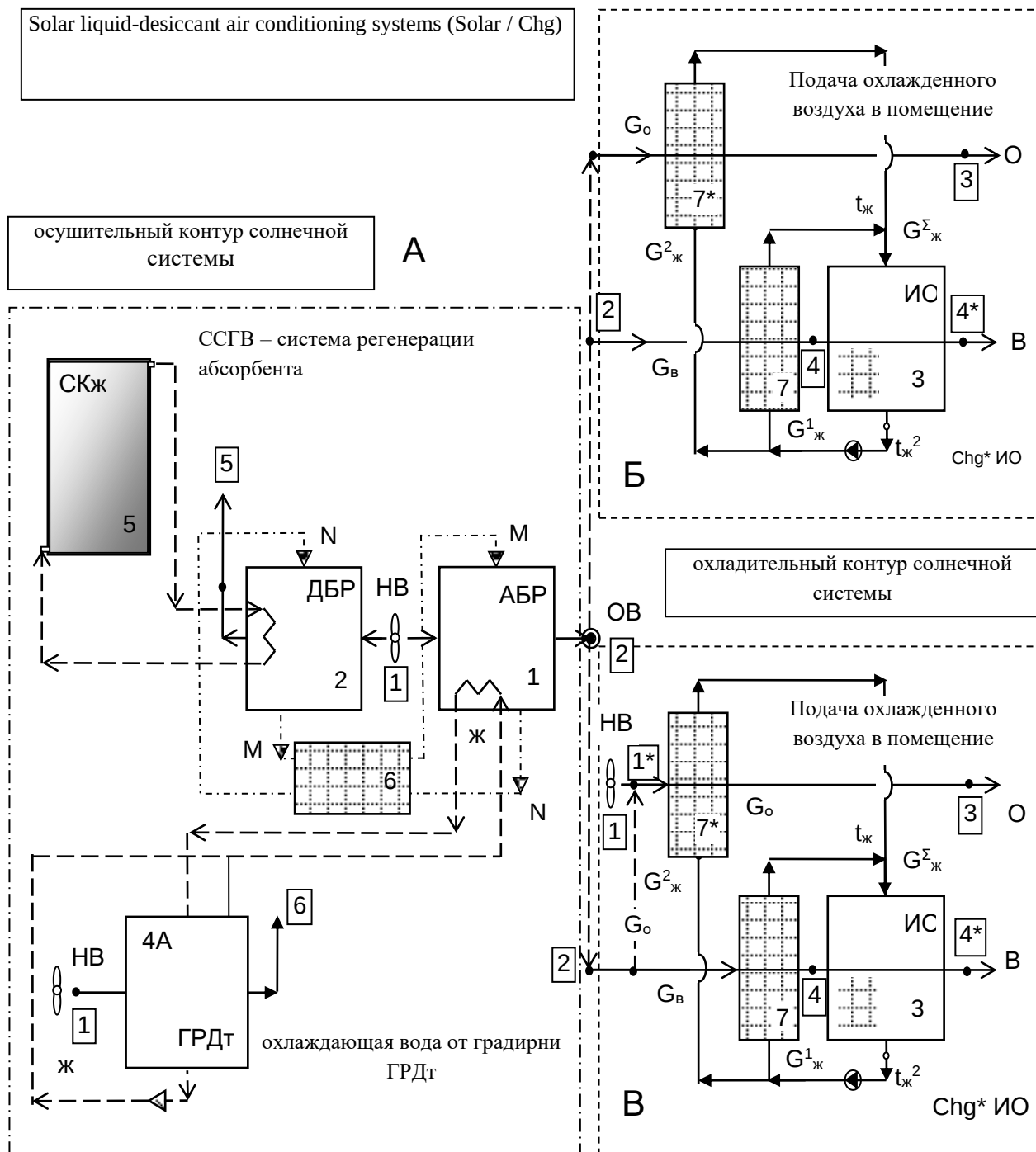
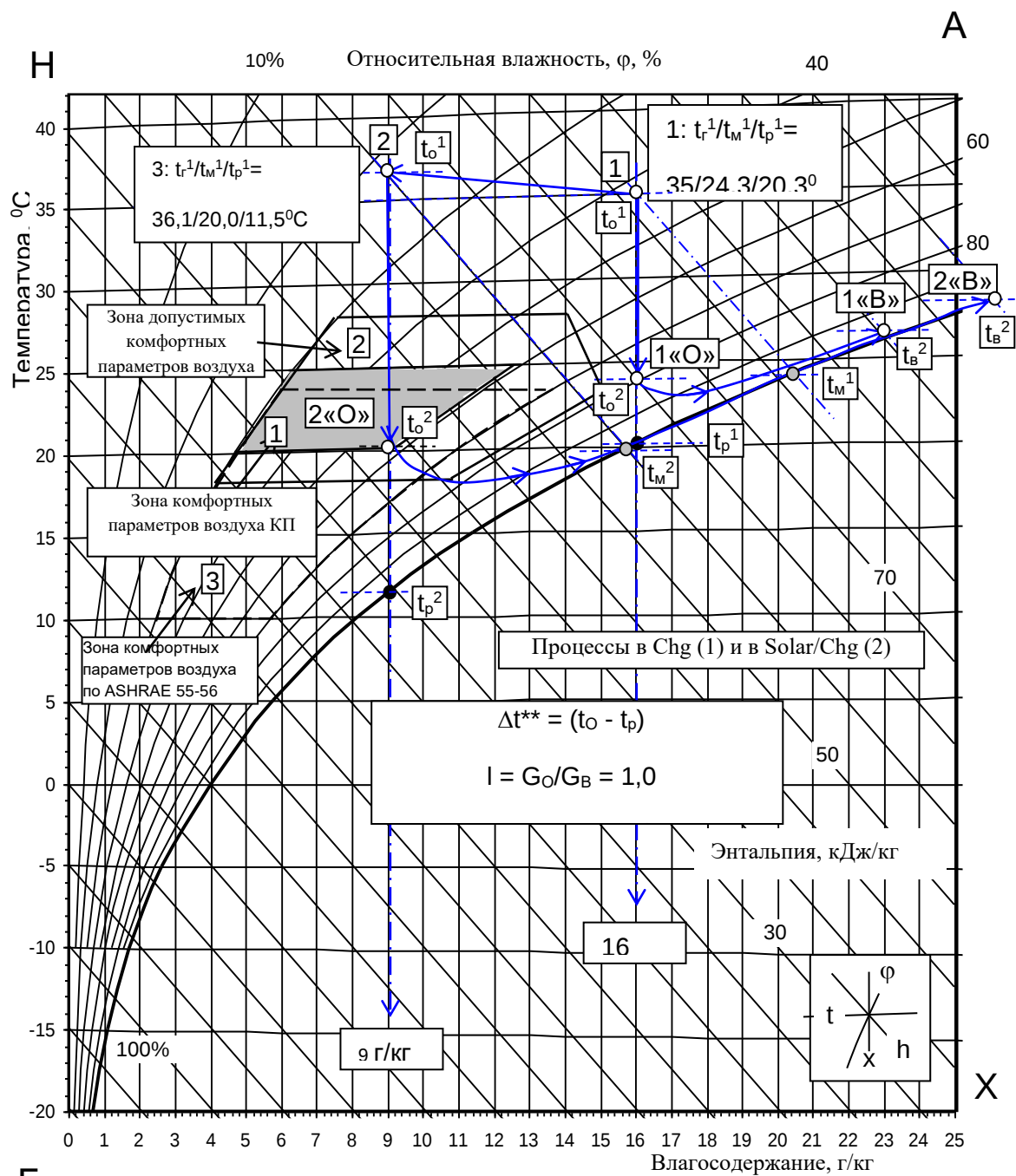


Рисунок 4 - Принцип построения солнечной теплоиспользующей абсорбционной системы ССКВ на основе воздухоохладителя-чиллера Chg (по рис. 3.19). Обозначения: 1 – абсорбер; 2 – десорбер; 3 – испарительный водоохладитель ИО; 4 – градирня технологического назначения; 5 – жидкостной солнечный коллектор СКЖ; 6 – т/к-охладитель «крепкого» раствора абсорбента, 7 и 7* – водо-воздушные теплообменники; НВ – наружный воздух; ОВ – осушенный воздух; М, N – абсорбент; ж – вода.

Выделенными номерами точек показаны параметры потоков воды и воздуха.

А – ССГВ – система регенерации абсорбента; Б – ССКВ на основе воздухоохладителя-чиллера Chg*; В – ССКВ с осушением только вспомогательного воздушного потока.



Б

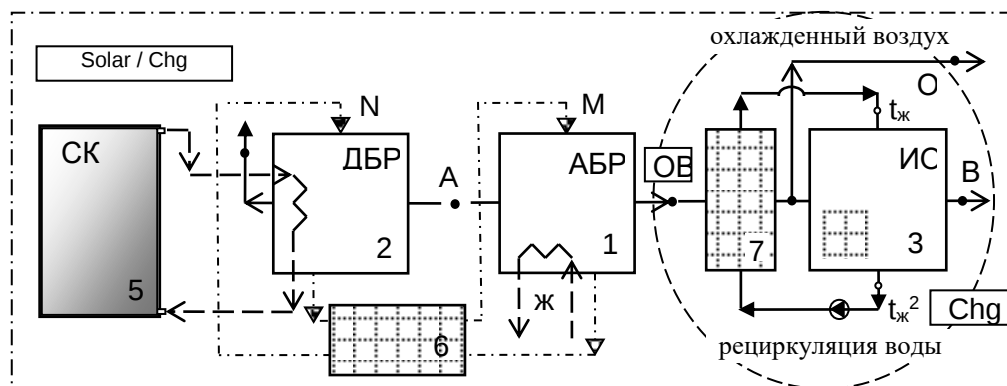


Рисунок 5 - Анализ работы СКВ на основе воздухоохладителя-чилера Chg (по рис. 1В) и солнечной абсорбционной системы CCKB (Solar/Chg по рис. 3Б)

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Doroshenko A.V., Glauberman M.A. Alternative energy [Alternative energy]. Refrigerating and Heating Systems, [Odessa I.I. Mechnicow National University Press], 2012.
2. А.В. Дорошенко, М.А. Глауберман, В.Х. Кирилов, А.Р. Антонова, К.В. Людницкий Солнечные абсорбционные холодильные системы. Принцип построения и анализ возможностей / К.В. Людницкий, // Фізика аеродисперсних систем. – 2015. – №52. – С. 34-46.
3. Doroshenko A., Shestopalov K., Development of new schematic solutions and heat and mass transfer equipment for alternative solar liquid desiccant cooling systems, International Sorption Heat Pump Conference 2015, March 31 - April 2, 2015, Washington.
4. Foster R.E., Dijkstra E. Evaporative Air-Conditioning Fundamentals: Environmental and Economic Benefits World Wide. [Proc. Int. Conf. "Applications for Natural Refrigerants", Aarhus, Denmark, IIF/IIR, 1996, pp. 101-109 (In English).
5. Stoitchkov N. J., Dimirov G.J. Effectiveness of Crossflow Plate Heat Exchanger for Indirect Evaporative Cooling. Int. J. Refrig., vol. 21, no. 6, 1998, pp. 463-471.
6. Hasan A. Going below the wet-bulb temperature by indirect evaporative cooling: Analysis using a modifiede-NTU method. Applied Energy 89 (2012) 237–245.
7. Kabeel A., Abdelgaied M. Numerical and experimental investigation of a novel configuration of indirect evaporative cooler with internal baffles. Energy Conversion and Management 126 (2016) 526–536.
8. Chen Y., Yang H., Luo Y. Indirect evaporative cooler considering condensation from primary air: Model development and parameter analysis. Building and Environment 95 (2016) 330e345.
9. Chen Y., Yang H., Luo Y. Parameter sensitivity analysis and configuration optimization of indirect evaporative cooler (IEC) considering condensation. Applied Energy 2016.
10. Maisotsenko V., Lelland Gillan, M. 2003, The Maisotsenko Cycle for Air Desiccant Cooling. [Proc. 21st Int. Cong of Refrigeration IIR/IIF], 2003, Washington, D.C, ICR0646.
11. Denis Pandelidis, Sergey Anisimov, William M. Worec. Performance study of the Maisotsenko Cycle heat exchangers in different air-conditioning applications. Intern. Journal of Heat and Mass Transfer, 2015, vol.81, pp. 207-221
12. Muhammad H., Muhammad S., Miyazaki T., Koyama S., Maisotsenko S. Overview of the Maisotsenko cycle—A way towards dew point evaporative cooling. Renewable and Sustainable Energy Reviews 66 (2016) 537–555.
13. Guangming CHEN, Aleksander DOROSHENKO, Kostyantyn SHESTOPALOV. Evaporative coolers of gases and liquids with a lowered level of cooling, 25th IIR International Congress of Refrigeration, Montreal, Canada, 2019
14. Doroshenko A.V., Antonova A.R., Khalak V.F., Goncharenko A.S. Low-Temperature Evaporative Air Coolers. Development and Analysis of Opportunities. PROBLEMELE ENERGETICII REGIONALE 3 (38) 2018
15. Дорошенко А.В., Горин А.Н., Тепломасообменные аппараты для традиционных и альтернативных энергетических систем. Донецк, Світ книги, 2013 – 327с.
16. Guangming Chena, Alexander Doroshenko, Kostyantyn Shestopalov. Solar Absorption Systems with Heat and Mass Transfer Apparatus with Fluidized Bed Packing, Analysis and Perspectives. 6th International Conference on Cryogenics and Refrigeration, April. 12-14, 2018, Shanghai, China. 413
17. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціювання [State Standard B.2.5-67:2013. Heating, ventilation and conditioning]. Ukraine, Minregion of Ukraine, 2014. 141 p.

УДК 621.51

INCREASING ENERGY EFFICIENCY OF COMPRESSORS

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПРЕССОРОВ

Budanov V.A. ^{1a} , Cand. Tech. Sc, associate professor Berkan I.V. ^{2b} , teacher-methodologist	Буданов В.А. ^{1a} , канд. тех. наук, доцент Беркань И.В. ^{2b} , преподаватель-методист
1 – Odessa national academy of food technologies Ukraine, 65039, Odessa, st. Kanatna, 112. 2 – Odessa Technical College Ukraine, 65089, Odessa, st. Balkovska, 54	1 – Одесская национальная академия пищевых технологий Украина, 65039, г. Одесса, ул. Канатная, 112. 2 – Одесский технический колледж Украина, 65089, г. Одесса, ул. Балковская, 54,
E-mail: a – budanoff@ukr.net; b – berkan.irina@gmail.com	

Abstract

The report provides an overview of different methods for improving the energy efficiency of compressors of various types, which are increasingly being used in HVAC equipment, the artificial cold

Авторский алфавитный указатель

- Akimov M.M., Tussipov N.O., Alieva M.A., Davydova S.G., Kim I.A.**
Research of the resistance of the dried material in the fluidized bed depending on the speed of the drying agent
Акимов М.М., Тусипов Н.О., Алиева М.А., Давыдова С.Г., Ким И.А.
Исследование сопротивления высушиваемого материала в кипящем слое в зависимости от скорости сушильного агента 7
- Alekseev G.V., Voronenko B.A., Egorova O.A., Leu A.G.**
Heat and mass transfer modeling during storage of food raw materials mounds in conditions of active ventilation
Алексеев Г.В., Вороненко Б.А., Егорова О.А., Леу А.Г.
Моделирование тепло - и массопереноса при хранении насыпей пищевого сырья в условиях активного вентилирования 10
- Amiaga J. V.^{1a}, Vologzhanina S. A.^{2b}**
Features of relief obtaining on the surface of steel parts using a 50 w laser
Амяга Д. В.^{1а} Вологжанина С. А.^{2б}
Особенности получения рельефа на поверхности стальных изделий с помощью лазера мощностью 50 Вт 15
- Parimbekov Z., Aldazhumanov Z., Telmanov M.A.,**
Research of the intensity of processes of freezing products based on meat raw materials
Паримбеков З.А.^а, Алдажуманов Ж.К., Тельманов М. А.
Исследование интенсивности процессов замораживания продуктов на основе мясного сырья 22
- Doroshenko A.V., Khalak V.F., Antonova A.R.**
Solar-radiation-based multifunctional absorption systems of refrigeration and air conditioning. Developments and analysis of opportunities.
Дорошенко А.В., Халак В.Ф., Антонова А.Р.
Солнечные многофункциональные абсорбционные системы хладоснабжения и кондиционирования воздуха. Разработка и анализ возможностей 25
- Boshkova I. L., Volgusheva N.V., Potapov M.D.**
Magnetrons cooling system modernization
Бошкова И.Л., Волгушева Н.В., Потапов М. Д.
Модернизация системы охлаждения магнетронов 34
- Baibassarova A.R., Zhumabekov A.S., Stepanova O.A., Yermolenko M.V., Parimbekov Z.A.**
The influence of component composition on the thermophysical characteristics of food products
Байбасарова А.Р., Жумабеков А.С., Степанова О.А., Ермоленко М.В., Паримбеков З.А.
К вопросу влияния компонентного состава на теплофизические характеристики пищевых продуктов 38
- Doroshenko A.V., Kovalenko C.A., Antonova A.R.**
Solar absorption air conditioning systems based on low temperature evaporative air coolers
Дорошенко А.В., Коваленко С.А., Антонова А.Р.
Солнечные абсорбционные системы кондиционирования воздуха на основе низкотемпературных испарительных воздухоохладителей 40
- Budanov V.A., Berkan I.V.**
Increasing energy efficiency of compressors
Буданов В.А., Беркань И.В.
Повышение энергоэффективности компрессоров 49