

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Энергетический факультет
Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»
Направление подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ
РАБОТА ПРОВЕРЕНА
Директор ООО "Ремстроймонтаж"

_____ К.А. Хасанов
« ____ » _____ 2020 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
«Промышленная теплоэнергетика»,
к.т.н., доцент

_____ К.В. Осинцев
« ____ » _____ 2020 г.

**Разработка системы холодоснабжения жилого здания
на базе кондиционера и солнечного коллектора**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ПО ПРОГРАММЕ МАГИСТРАТУРЫ
«ОПТИМИЗАЦИЯ ТОПЛИВОИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ»
ЮУрГУ–13.04.01.2020.01.263

Руководитель магистерской
программы, к.т.н., доцент
_____ К.В. Осинцев
« ____ » _____ 2020 г.

Руководитель работы,
к.т.н., доцент
_____ К.В. Осинцев
« ____ » _____ 2020 г.

Автор работы,
магистрант группы П-289
_____ Р.Д.Аббас
« ____ » _____ 2020 г.

Челябинск 2020

АННОТАЦИЯ

Аббас.Р.Д. Разработка системы холодоснабжения жилого здания на базе кондиционера и солнечного коллектора – Челябинск: ЮУрГУ, ПИ, Э; 2020, 102 с., 40 ил., 12 табл., библиогр. список – 54 наим., 1 прил., 5 листов чертежей ф. А1, 2 демонстрационный лист ф. А1

В течение последнего десятилетия с современными научными разработками, различные технологии солнечной энергии (SE) были внедрены при огромных колебаниях стоимости. Для реализации применения солнечной энергии выбор подходящей технологии представляет огромную проблему из-за высокого риска по сравнению с бюджетными затратами. В ходе работы была разработана методика расчета системы хладоснабжения жилого здания площадью 150 м² в городе Наджаф с использованием бром-литиевой холодильной машины и солнечного коллектора при условиях эксплуатации. Интенсивность солнечного излучения существенно влияет на охлаждающие нагрузки здания, и эти два соотнесены и согласованы в определенной степени. Поскольку большинство факторов, от которых зависит применимость солнечной энергии, зависит от местоположения, выбор подходящих участков для солнечной электростанции является ключом для оптимального использования потенциала. В этом проекте представлен обзор различных типов коллекторов солнечной энергии и их применения. представлены различные экологические проблемы, связанные с потреблением традиционных источников энергии (Freon and carbon dioxide gas) и обозначены выгоды, предлагаемые системами возобновляемой энергии. Целью данной работы является создание экологически чистого цикла охлаждения для получения подходящей температуры для охлаждения здания. В работе выполнено тоже объяснение Компоненты системы охлаждения с абсорбцией пара, Комбинации хладагент-абсорбент для абсорбции паром системы охлаждения, Тип абсорбционной системы, Расчет нагрузок кондиционера (23 кВт), общая площадь солнечных коллекторов составит 47 м², Расчет абсорбционной холодильной машины с термодинамическим анализом, Математические расчеты для каждого компонента, коэффициента эффективности (COP) системы для различных параметров 0,80. Выбор воздуховода и Расчет проходного сечения канала. В работе тоже рассмотрены влияние проекта на окружающую среду в плане экологии и обоснована экономическая эффективность проекта.

					<i>13.04.01.2020.263.01ПЗ</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>			
<i>Выполнил</i>	<i>Аббас Р.Д.</i>				<i>Разработка системы холодоснабжения жилого здания на базе кондиционера и солнечного коллектора</i>		
<i>Руковод.</i>	<i>Осинцев К.В.</i>						
<i>Н. Контр.</i>	<i>Осинцев К.В.</i>						
<i>Зав.каф.</i>	<i>Осинцев К.В.</i>						
					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
					В	К	Р
					3		
					102		
					ЮУРГУ		
					Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР	11
1.1 Обзор технологий. Абсорбция. Охлаждение	11
1.2 История солнечного охлаждения с абсорбционными чиллерами	11
1.3 Обзор литературы	12
2 АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДЛЯ НАДЖАФ РЕПУБЛИКИ ИРАК	15
3 СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ.....	19
3.1 Солнечный коллектор.....	19
3.1.1 Плоские солнечные коллекторы (FPC)	19
3.1.2 Концентрация солнечного коллектора.....	20
3.1.3 Вакуумные коллекторы (ETC)	20
3.2 Процесс солнечного охлаждения	21
3.3 Компрессорный чиллер с электроприводом	22
3.4 Тепловой абсорбционный и адсорбционный чиллер в закрытых системах	23
3.5 Открытые системы охлаждения и осушения	23
3.5.1 Осушение твердым материалом и лопастями	23
3.5.2 Охлаждающий корпус.....	24
3.5.3 Жидкое управляемое охлаждение	25
3.6 Адсорбционная система	25
3.6.1 Адсорбционные рабочие пары	28
3.6.2 Разница между адсорбцией и абсорбцией	28
3.7 Рабочий принцип адсорбционного охлаждения	29
3.7.1 Технические преимущества.....	29
3.7.2 Технические недостатки	29
3.8 Абсорбционный чиллер:.....	30
3.8.1 Компоненты системы абсорбции паров:.....	30
3.9 Комбинации хладагент-абсорбент для абсорбции паром системы охлаждения.....	32
3.9.1 Желательные свойства смесей хладагент-абсорбент.....	32
3.9.2 Водно-литиевая бромидная система (H ₂ O-LiBr)	32
3.9.3 Система аммиачно-водного (NH ₃ -H ₂ O)	33
3.10 Технология абсорбционного охлаждения	33
3.11 Процесс абсорбционного охлаждения и его составляющие	35
3.12 Процесс абсорбционного охлаждения с двойным подъемом	37
3.13 Абсорбционной системы.....	38
3.13.1 Рабочая жидкость для абсорбционных холодильных систем ..	38
3.13.2 Улучшение процесса поглощения	39
3.14 Система однократного поглощения	39
3.15 Двойной эффект, прямые установленные чиллеры поглощения.....	40
3.16 Блок очистки воздуха	44

4	РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ НА БАЗЕ КОНДИЦИОНЕРА И СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА	44
4.1	Постановка Задачи исследования.....	44
4.2	Расчёт нагрузок кондиционера	46
4.2.1	Нагрузка системы охлаждения	46
4.3	Расчет площади солнечного коллектора	48
4.4	Расчет абсорбционной холодильной машины с термодинамическим анализом и расчёт нагрузок горячего водоснабжения.....	50
4.4.1	Термодинамический анализ системы	50
4.4.2	Математические расчеты для каждого компонента.....	52
4.5	Компоненты абсорбционного цикла.....	56
5	ВЫБОР ВОЗДУХОВОДА	66
5.1	Прямоугольные воздуховоды	66
5.2	Круглые воздуховоды.....	67
5.3	Плоские овальные воздуховоды.....	68
5.4	Стеклопластиковые воздуховоды	68
5.5	Изоляция воздуховодов	69
5.6	Оптимальная конструкция воздуховода.....	69
5.7	Расчет проходного сечения канал	70
6	КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И АВТОМАТИКА.....	72
6.1	Выбор манометров, термометров, расходомеров.....	72
6.2	Выбор блока управления.....	76
7	ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ (FREON AND CARBON DIOXIDE GAS)	77
8	БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА.....	84
8.1	Общие требования охраны труда	84
8.2	Требования охраны труда перед началом работы	85
8.3	Требования охраны труда во время работы	86
8.4	Требования охраны труда в аварийных ситуациях	87
8.5	Требования охраны труда по окончании работы.....	88
8.6	Работы на высоты.....	88
9	РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ.....	92
10	ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ.....	96
10.1	Расчет Капитальных И Текущих Затрат По Проекту.....	96
10.2	Расчет Срока Окупаемости Проекта.....	97
10.3	Качественный Анализ Вариантов Проектных Решений.....	98
10.4	Модель Поля Сил Реализации Проекта.....	99
10.5	План-График Ганта По Реализации Целей Проекта	100
10.6	Модель Дерева Целей Проекта.....	100
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	101
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	103
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	106

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность избранной темы

Для эффективного тепло- и хладоснабжения коммунальной энергетики необходимы технологии, имеющие низкие капитальные затраты и позволяющие снизить затраты на эксплуатацию системы ЖКХ, наносящие минимальный экологический ущерб окружающей природной среде. Энергия, подобная воде, пище и укрытию, является насущной потребностью всех людей в мире. От этого зависит технический прогресс и экономический рост каждой страны, а количество доступной энергии отражает качество жизни этой страны. Экономика, население и потребление энергии на душу населения вызвали увеличение спроса на энергию в течение последних нескольких десятилетий. Ископаемое топливо является известным источником для создания пригодных для использования форм энергии.

Таким образом, ископаемое топливо является основным источником глобального потепления и парникового эффекта. Постоянно растущее мировое потребление энергии создало острую необходимость в поиске новых способов использования энергетических ресурсов более эффективным и рациональным способом. Предполагается, что мировое потребление энергии увеличится на 71% с 2003 по 2030 год. Модели потребления энергии в Европейском союзе (ЕС) показывают, что здания являются самыми крупными потребителями энергии, на которые приходится примерно 40% от общего спроса на энергию, за которыми следуют промышленность и транспорт, которые потребляют примерно по 30% каждый. Это соотношение означает, что 36% выбросов парниковых газов (ПГ) выбрасывается из зданий в 2013 году [34].

Здания представляют самый большой и наиболее рентабельный потенциал для экономии энергии. Исследования также показали, что энергосбережение является наиболее экономически эффективным методом сокращения выбросов парниковых газов. кондиционеры и тепловые насосы (НР), работающие на синтетических хладагентах, таких как хлорфторуглероды (ХФУ), гидрохлорфторуглероды (ГХФУ) и гидрофторуглероды (ГФУ). Будучи выпущенными в атмосферу, такие хладагенты разрушают озоновый слой и способствуют парниковому эффекту.

В конце 1980-х годов было подсчитано, что выбросы этих соединений холодильными системами в результате аномалий во время работы составляли 33,3% парникового эффекта. В результате несколько международных протоколов, таких как Монреальский протокол 1987 года или Киотский протокол 1997 года были созданы для поэтапного отказа или, по крайней мере, для значительного сокращения выбросов этих хладагентов копенгагенский протокол 2009 [3]. Солнце является одним из главных источников энергии для человечества. Нет необходимости добывать топливные ресурсы из-под земли.

Устройства, необходимые для сбора энергии, просты, бесшумны и не загрязняют окружающую среду. Международные инициативы по защите окружающей среды привели к интенсификации исследовательских усилий в области разработки технологии безопасного охлаждения озона и глобального потепления. В последние годы все большее внимание уделяется использованию отработанного

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.263.01 ПЗ					

тепла и солнечной энергии для питания холодильных систем. Холодильное и солнечное кондиционирование воздуха было очень привлекательным в течение последних двадцати лет, так как наличие солнечного света и потребность в охлаждении достигают максимальных уровней в одном и том же сезоне [16]. Прямая солнечная энергия сегодня обеспечивает лишь очень небольшую долю мирового энергоснабжения, она обладает самым большим техническим потенциалом из всех источников энергии. В сочетании с техническими усовершенствованиями и вытекающим из этого сокращением затрат, он может значительно расшириться в последующие десятилетия. Достижение постоянного сокращения затрат является главной задачей, которая будет влиять на будущее использование солнечной энергии. Солнечная энергия - это богатый энергетический ресурс. Действительно, всего за один час солнечная энергия, перехваченная Землей, превышает мировое потребление энергии за весь год [19]. Солнечная энергия в основном зависит от интенсивности инсоляции и продолжительности солнечного часа. И то, и другое зависит от местоположения. Вот почему, если подходящее местоположение может быть определено, возможно оптимальное использование ресурсов. Солнечная энергия является популярной альтернативной и возобновляемой формой источника энергии, которая может быть легко преобразована в используемые виды энергии [24]. Возобновляемые источники имеют и другие преимущества, такие как уменьшение глобального потепления и уменьшение загрязнения окружающей среды, поскольку выбросы диоксида углерода в окружающую среду отсутствуют. Стоимость солнечной энергии колебалась в течение последних десятилетий. В 1970-х годах начались нефтяные кризисы, которые вызвали всплеск интереса к другим видам энергии, таким как солнечная. После восстановления технологии солнечной энергии получили меньше инвестиций. Однако ученые с незначительным бюджетом на НИОКР поддержали усовершенствование солнечных технологий. В 1990-х годах, особенно в Японии и Германии, солнечная энергия была восстановлена из-за многих факторов, таких как глобальное потепление и экологическая осведомленность, наличие энергоресурсов и политика промышленно развитых стран. Повышение использования энергии прогнозируется до 2100 года [25] (рисунок В.1).

Некоторые преимущества солнечной энергии:

- возобновляемый, устойчивый и экологически чистый источник чистой энергии, который доступен каждый день в году, даже облачные дни производят некоторую энергию;
- уменьшает счета за электроэнергию и может повысить стоимость дома;
- может быть установлен где угодно: от удаленных полевых мест до городского здания;
- разнообразные применения (фотоэлектрические для электричества или солнечные тепловые для тепла);
- нет затрат на обслуживание, так как солнечные панели прослужат более 30 лет;
- используйте батареи для хранения дополнительной энергии для использования в ночное время;

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

- обеспечивает энергетическую надежность, энергетическую независимость и энергетическую безопасность;
- технология находится в постоянном развитии и безопаснее, чем традиционный электрический ток и т. д. [28].

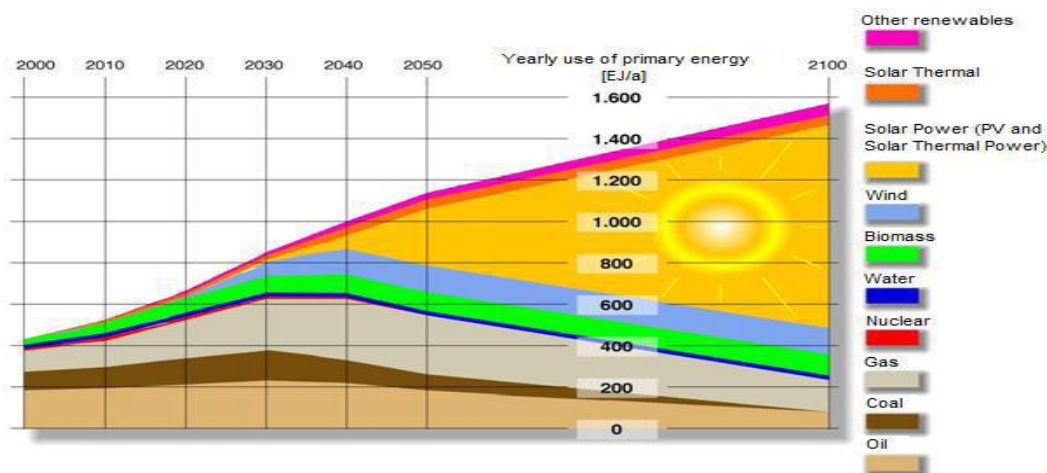


Рисунок В.1- Энергоснабжение с 2000 по 2100 года [25]

Новые технологии для кондиционирования воздуха исследуются, чтобы преодолеть экологические и экономические проблемы, и одна из самых многообещающих - технология охлаждения на солнечной энергии. Тот факт, что пиковая потребность в охлаждении летом связана с высоким солнечным излучением, делает эту концепцию очень привлекательной. Технологии солнечного охлаждения сгруппированы в две широкие категории: солнечное тепловое охлаждение (тепло, необходимое для процесса охлаждения, обеспечивается солнечными коллекторами) и солнечное электрическое охлаждение, при котором используются фотоэлектрические панели для выработки электроэнергии для пароохладителей. Из-за более высокой эффективности, а также более низкой первоначальной стоимости солнечных тепловых коллекторов по сравнению с фотоэлектрическими панелями, в последние десятилетия больше внимания уделялось технологиям охлаждения с солнечным тепловым приводом, особенно солнечной сорбции (адсорбция и поглощение). К концу 2014 года во всем мире было установлено более 1200 систем солнечного теплового охлаждения, и их доля на рынке выглядит следующим образом: системы абсорбционного охлаждения - 70%; системы охлаждения с твердым осушителем - 14%, системы адсорбционного охлаждения - 13%; системы охлаждения жидким солнечным осушителем - 2% и др. - 1%. Даже если общее количество систем, установленных до настоящего времени, указывает на то, что солнечное охлаждение все еще является нишевым продуктом, его рыночный потенциал огромен [21]. В регионе Персидского залива, где имеется много солнечной радиации, возобновляемые источники, такие как солнечная энергия, должны играть важную роль [25]. Солнечная энергия в арабских странах, имеет эффект очень ясно, где интенсивность солнечного излучения превышает 2800 Вт/м^2 , летом нам нужно охлаждать здания, и считается, что охлаждающая нагрузка является самой большой нагрузкой на электроэнергию и может воспользоваться

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

Лист

9

большим влиянием солнечной энергии, чтобы уменьшить все. Потребление электроэнергии для системы охлаждения в арабской стране, в которой преобладает жаркий пустынный климат, превышает 70% от общего потребления электроэнергии за летний период. гелиоустановка обеспечивает возможность использования высокой солнечной радиации в арабской стране для снижения электрических нагрузок, связанных с пиковой потребностью в охлаждении [35].

Цель работы

Разработка системы охлаждения жилого здания для условной города наджаф республики ирак на базе кондиционера и солнечного коллектора. Внедрение в топливный баланс Ирака и в коммунальную энергетику страны технологий нетрадиционной энергетики.

Задачи исследования

Исследовать работу солнечного коллектора в условиях климата Республики Ирак. Эта работа состоит в разработке системы абсорбционного охлаждения для здания нормального размера в Ираке - городе Наджаф, в этом здании жили 4 человека, и в нем содержатся обычные здания (стиральная машина, прачечная, кухня и т.д.) И площадь строительства здания. около 150 м², и рассчитать громкое охлаждение в этом здании с описанием местных климатических условий, вычислением таких важных параметров в системе, как массовый расход и давление, а также коэффициент производительности.

Научная новизна

1. Исследованы технологии хладоснабжения жилых домов в условиях Республики Ирак.
2. Исследован процесс хладоснабжения типового жилого здания площадью 150 м² при разной степени нагрузки солнечного коллектора от его номинальной мощности.
3. Исследован режим работы абсорбционной холодильной машины при разных тепловых нагрузках.

Практическая ценность

Сделан вывод о применимости солнечного коллектора к хладоснабжению жилых здания с использованием абсорбционных холодильных машин. Для реализации предложенной технологии предлагается использовать в качестве рабочего тела холодильной машины бром-литиевую смесь, как наиболее приемлемую во всех условиях.

1 ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Технология солнечного охлаждения на самом деле не является недавним изобретением. Он уже использовался в конце 19-го века, когда солнечный коллектор использовался для производства ледяных блоков на Всемирной выставке 1878 года в Париже А. Мучо - первого устройства солнечного охлаждения. В 1892 году в Соединенных Штатах Америки был объявлен солнечный водонагреватель.

Несколько лет спустя, в 1910 году, одно из первых применений солнечной тепловой энергии в частных домах было замечено в Долине Помона, США, где солнечные коллекторы были установлены на крыше частного дома. MIT более внимательно изучил солнечные тепловые коллекторы во время строительства MIT Solar House в 1939 году, исследовательского здания со встроенной крышей для солнечных коллекторов [10].

1.1 Обзор технологий. Абсорбция. Охлаждение

Абсорбционное охлаждение - это зрелая технология с первой машиной, разработанной в 1859 году Фердинандом Карре. Для процесса с замкнутым циклом необходима бинарная рабочая жидкость, состоящая из хладагента и абсорбента. Карре используется в качестве рабочей жидкости аммиак / вода ($\text{NH}_3 / \text{H}_2\text{O}$). В 1945 году компания Carrier Corp, США, разработала и представила первую крупную коммерческую машину однократного абсорбционного охлаждения АСМ с использованием воды и бромида лития $\text{H}_2\text{O} / \text{LiBr}$ с охлаждающей мощностью 523 кВт [12].

1.2 История солнечного охлаждения с абсорбционными чиллерами

В 1970-х годах компания Arkla Industries Inc., США, разработала первый коммерческий АСМ $\text{H}_2\text{O} / \text{LiBr}$ с одним косвенным приводом для солнечного охлаждения с двумя различными номинальными охлаждающими мощностями. Температуры рабочего тепла находились в диапазоне 90°C , а температура охлаждающей воды составляла 29°C для температуры охлажденной воды 7°C . Машина была установлена более чем в 100 демонстрационных проектах по всей территории США.

Arkla, а также Carrier Corp разработали малогабаритный АСМ $\text{H}_2\text{O}/\text{LiBr}$ с одним эффектом, который мог бы работать с воздушным охлаждением. Рыночного успеха не было, главным образом, из-за высоких инвестиционных затрат на солнечное охлаждение.

Carrier Corp еще больше снизила производительность температура охлаждаемого водой однофакторного АСМ $\text{H}_2\text{O} / \text{LiBr}$ с помощью генератора с падающей пленкой с большой площадью поверхности. Температура прогрева составляла 82°C , а температура охлаждающей воды составляла 28°C для температуры холодной воды 7°C [12].

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.263.01 ПЗ				

1.3 Обзор литературы

В прошлом была проведена серия экспериментальных и теоретических исследований систем абсорбционного охлаждения с питанием от солнечного коллектора.

Уилбур и Митчелл [51] (1975) сравнили теоретически одностадийную систему абсорбционного охлаждения бромид лития-вода, нагретую от плоского солнечного коллектора до системы аммиак-вода, и система бромид лития была предпочтительной. Было показано, что для этого требуются меньшие градирни, чем обычные.

В 2001 году Ли и Сумати [45] представили результаты систем кондиционирования воздуха на солнечных батареях. В системе используется плоский коллекторный массив с охлаждающей способностью 4,7 кВт. Система также оснащена двумя резервуарами для горячей воды. Значение полученной СКВ составляет 0,07. Результаты исследования показывают, что в облачную погоду система не может работать в обычно используемом режиме.

Флоридес и соавторы. [50] (2003) представили метод оценки характеристик и производительности одноступенчатой установки абсорбции LiBr-воды. Уравнения тепломассопереноса, включая соответствующие уравнения свойств рабочей жидкости, были использованы в компьютерной программе как часть их исследований. Результаты анализа чувствительности показали, что большая разница между входной и выходной концентрациями раствора LiBr – вода на абсорбере приведет к снижению массового расхода. Флоридес и соавторы. определили стоимость внутреннего поглотителя-охлаждителя и пришли к выводу, что, несмотря на высокую цену система абсорбционного охлаждения LiBr – вода по сравнению с электрическим чиллером аналогичной мощности, абсорбционная система оставалась благоприятной благодаря использованию возобновляемых источников энергии и отработанного тепла, тогда как электрический чиллер использует электроэнергию, которая вырабатывается из ископаемого топлива и имеет вредные воздействие на окружающую среду.

Ассильзаде и соавторы [49] (2005) изучал систему поглощения солнечного поглощения, которая была разработана для климата Малайзии и аналогичных тропических регионов. Они использовали солнечный коллектор с вакуумной трубкой для подачи энергии в систему абсорбционного охлаждения и смесь бромид-вода лития в качестве рабочей жидкости. Они доказали, что солнечный коллектор с вакуумной трубкой обеспечивает высокую эффективность охлаждения при высокой температуре благодаря высокой эффективности в таких погодных условиях. Результаты показали, что охлаждающая способность системы велика в периоды высокой энергии солнечного излучения. Авторы предложили резервуар для горячей воды объемом 0,8 м³ для повышения надежности системы и обеспечения непрерывной работы системы мощностью 3,5 кВт (1 тонна охлаждения), состоящей из солнечного коллектора с вакуумными трубами 35м², наклоненного на 20°, в качестве оптимальной системы в Малайзии погодные условия.

В 2005 году Саид и соавторы [46] сообщили о производительности одноабсорбентного холодильного абсорбента LiBr + с номинальной охлаждающей способ-

										Лист
										12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.263.01 ПЗ					

ностью 35 кВт, работающего от горячей воды из плоского коллектора площадью 49,9 м² и резервуара для горячей воды объемом 2 м³ в течение дня. Значение SCR колеблется от 0,11. Максимальная Холодопроизводительность 7,5 кВт (21% от номинальной) и COP 0,34-0,42.

В 2008 году Замбрано и соавторы [47] представили результаты абсорбционного чиллера LiBr + с одноэтапным эффектом воды с номинальной охлаждающей способностью 35 кВт, работающего от горячей воды из плоского коллектора 151 м² и оснащенного вспомогательной газовой горелкой и контейнерным резервуаром объемом 2,5 м³. Вспомогательные газовые горелки используются для поддержания тепла солнечного излучения, когда солнечного излучения недостаточно для управления системой. Значения СКВ, полученные с помощью 0,15 и СВЧ, варьируются от 0,1 до 1 в зависимости от положения солнца.

Валхоти и соавторы [48] (2008) оценили выполнимость системы абсорбционного охлаждения на солнечных батареях в тунисских погодных условиях. включая файл метеорологических данных за год, содержащий климатические условия Туниса, столицы Туниса, для выбора и определения размеров различных компонентов солнечной системы, которые будут установлены. Их система была оптимизирована для типичного здания площадью 150 м² и водяного литий-абсорбционного чиллера с мощностью 11 кВт, а также плоского солнечного коллектора площадью 30 м², наклоненного на 35° от горизонтального резервуара, и резервуара для горячей воды объемом 0,8 м³. Результаты показали, что система охлаждения с поглощением солнечной энергии пригодна в условиях Туниса.

Системы для построения приложений были оценены Матеусом и Оливейрой [52] (2009). Различные типы зданий, такие как: жилые, офисные и гостиничные, а также три разных местоположения и климат из Берлина (Германия), Лиссабона (Португалия) и Рима (Италия) были рассмотрены в качестве части их оценки. Они эксплуатировали модель в течение целого года (365 дней) в соответствии с правилами контроля, будь то отопление или охлаждение, а также с возможностью комбинирования применений охлаждения, отопления и ГВС. Различные местные затраты на энергию, то есть газ, электричество и вода были приняты во внимание во всех случаях. Авторы пришли к выводу, что типы жилых домов и гостиниц - это случаи, когда солнечная интегрированная система имеет более высокую экономическую целесообразность. Что касается текущих затрат на электроэнергию, Рим был единственным городом достичь безубыточности. Их результаты показали уменьшение площади солнечного коллектора от 15 до 50% за счет использования вакуумных трубчатых коллекторов вместо плоских коллекторов. И наоборот, плоские коллекторы обеспечивают более высокую экономическую жизнеспособность по сравнению с вакуумом коллекторы труб. Чтобы повысить их конкурентоспособность, интегрированные солнечные абсорбционные системы охлаждения и нагрева должны снизить первоначальные затраты на абсорбционные чиллеры и солнечные коллекторы, учитывая текущие затраты на источники энергии, то есть газ и электричество. Оптимизация Размер солнечного коллектора и другие параметры системы, а также экономия выбросов CO₂ были также оценены. Превосходное сокращение выбросов CO₂ было получено благодаря использованию интегрированной солнечной системы для комбинированного нагрева и

										Лист
										13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

охлаждения по сравнению с обычными системами. Однако, было найдено лишь небольшое количество работ, в которых рассматривалась система охлаждения на солнечной энергии с использованием плоского солнечного коллектора и смеси LiBr-H₂O в качестве рабочей жидкости.

В 2013 году Вахид Вакилороаи и К. П. Ха [Австралия] [23] представил разработку и моделирование нового одноэффектного абсорбционного чиллера с водяным приводом, работающего на солнечной энергии, с охлаждающей способностью 6 кВт, чтобы в конечном итоге достичь высокой энергоэффективности и сокращения выбросов парниковых газов в зданиях. В этой конструкции новой особенностью предлагаемой системы является то, что ее функции в основном зависят от солнечного излучения для производства горячей воды для генератора чиллера без использования дополнительного теплообменника, но она все еще может работать непрерывно для обслуживания машинного помещения в офисное здание. Исследовано влияние температуры конденсатора, температуры горячей воды и температуры охлажденной воды на холодопроизводительность системы. Наши результаты экспериментального моделирования демонстрируют техническую жизнеспособность новой системы для удовлетворения потребностей в кондиционировании воздуха при одновременном соблюдении требований зеленой автоматизации.

В 2018 году Хуари Боро Суткно и соавторы [29] с точки зрения экономических аспектов, потребления электрической энергии и воздействия на окружающую среду, поглощение солнечной энергии является более эффективным, чем коммерческие системы охлаждения. Из четырех рабочих жидкостей, используемых для солнечных систем кондиционирования воздуха, получено самое высокое значение COP - LiNO₃-NH₃ с соотношением 45% абсорбции и 55% состава хладагента. Из анализа коэффициента полезного действия (COP), LiNO₃-NH₃ можно использовать в качестве лучшей альтернативы рабочей жидкости LiBr-H₂O и из четырех протестированных рабочих жидкостей было обнаружено, что чем выше состав хладагента в рабочей жидкости, тем выше значение коэффициента полезного действия (COP) для солнечной системы кондиционирования воздуха.

					13.04.01.2020.263.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

2 АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДЛЯ НАДЖАФ РЕПУБЛИКИ ИРАК

Ирак формирует восточную границу арабских стран, которая лежит в юго-западной Азии между широтами $29^{\circ} 5'$ и $37^{\circ} 22'$ северной широты и $38^{\circ} 45'$ и $48^{\circ} 45'$ восточной. Ирак имеет площадь 438320 км^2 , граничит с Турцией на севере, Саудовской Аравией и Кувейтом на юге, с Персидским заливом на юго-востоке, Ираном с востока, Сирией и Иорданией на западе [11] (Рисунок 2.1). Ирак занимает 58 место среди крупнейших стран мира. Подавляющую часть территории Ирака занимают пустыни, но на территории возле двух основных рек (Евфрата и Тигра), располагаются плодородные наносные долины, появившиеся благодаря тому, что ежегодно реки приносят порядка $60,000,000 \text{ м}^3$ ила в дельту. Северную часть страны в основном занимают горы, высочайший пик которых достигает 3611 м над уровнем моря. Ираку принадлежит небольшая территория на побережье Персидского залива длиной 58 км (36 миль) и это расположение имеет определяющее значение для показателей угла падения солнечных лучей на поверхность земли, уровня радиации и количества дневных часов – 14 тёплыми летними днями [31].

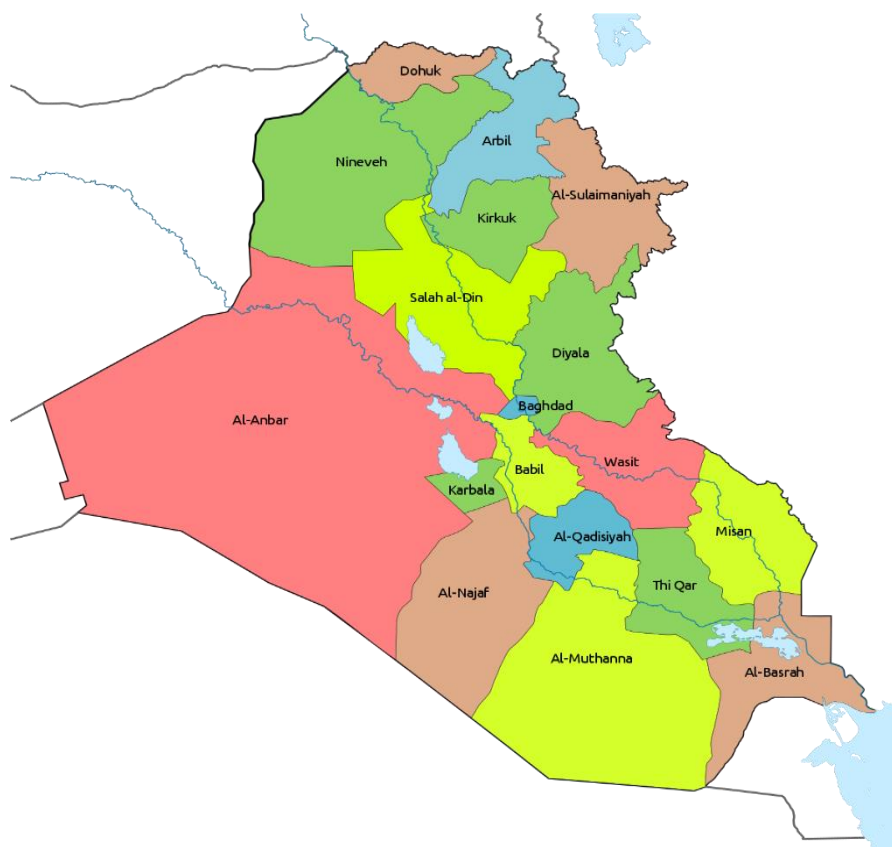


Рисунок 2.1– Географическое положение Ирака [31]

Согласно оценкам, численность иракского населения в 2015 году составила $34\,589\,572$ человека с темпом роста $2,4\%$. Столица Багдад с населением $5,751$ миллиона человек. Климат Ирака характеризуется преимущественно континен-

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

тальным климатом. Это очень жарко и очень сухо большинство дней в году. Климат пустыни умеренный, холодный, сухой и жаркий. В этой атмосфере возможны такие климатические угрозы, как засуха, песчаные бури и наводнения. Климат Ирака характеризуется высокими температурами летом и умеренными зимой, самые высокие значения температуры в июне, июле и августе между 43°C и 50°C в середине дня. Ирак расположен недалеко от солнечного пояса, который получает количество солнечного излучения в среднем (6,5-7) киловатт-часов на квадратный метр. Периоды солнечной яркости колеблются от 2800 до 3300 часов в год. Это дает Ираку необходимую квалификацию для использования солнечной энергии. Самая высокая фактическая яркость солнца в июне составляет в среднем 11,4 часа в день, а самая низкая в январе - 6,3 часа в день. Изменение климата представляет собой большую угрозу для мира, оно начинает проявлять свою интенсивность во многих частях мира, возможно, Совет сотрудничества стран Залива и Ирак относятся к наиболее важным пострадавшим странам. Ирак полностью зависит от экспорта нефти, что делает его экономическую неделю в дополнение к его ветхой инфраструктуре из-за войн и его бед. В настоящее время Ирак сталкивается с большой опасностью, которая заключается в колебаниях цен на нефть и их постоянном снижении, что оказывает давление на государственный бюджет и препятствует улучшению услуг [11].

Пустыня в западном Ираке имеет наибольшую мощность производства солнечной электроэнергии (1776 МДж / м²) из всех региональных пустынь. Только иракские пустыни генерируют среднюю плотность мощности 3140–3373 МДж / м², достигая пиковой плотности мощности 26 860 МДж / м² / год по данным Немецкого аэрокосмического центра [13]. Анализ доходов от солнечной энергии в Ираке приводит к тому, что среднее количество солнечных часов составляет около 37000 часов в год. Процент солнечных часов в Ираке зимой составляет около 50-60% дневных часов и около 90% летом. Максимальная плотность от солнечной радиации составляет около 25 МДж / м²/день на севере Ирака и около 27 МДж / м²/день в южных регионах [20]. Энергетический профиль Ирака все еще заперт в шаблонах, общих для предварительного 2003 периода. Вклад возобновляемой энергии незначителен, без каких-либо четких шагов по использованию его возобновляемых ресурсов. Ирак обладает огромным потенциалом солнечной энергии с обширным солнечным светом в течение всего года, так как он находится в глобальном солнечном поясе. Каждые неиспользованные 100 км² западной и южной пустыни (аль-Бадия аль-Шималия валь аль-Джанубия) имеют потенциал для производства энергии, эквивалентной 30 миллионам тонн нефтяного эквивалента (МТОЕ) в год, с использованием фотоэлектрических панелей. Это делает Ирак идеальным местом для инвестиций в солнечную энергию и может стать долгосрочным решением проблемы нехватки электроэнергии. Солнечная энергия может широко использоваться в двух третях Ирака. В западном и южном регионах продолжительность солнечной радиации составляет от 2800 до 3000 часов в год при горизонтальном облучении свыше 6,5-7 кВтч / м² в день.

Это делает два региона чрезвычайно выгодно для инвестиций в строительство солнечных электростанций. В течение 1980-х Ирак наметил амбициозный план по развитию солнечной энергии для производства электроэнергии. Закон о воз-

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

обновляемых источниках энергии был издан в 1982 году, а первые солнечные панели на Ближнем Востоке были установлены в Центре исследований солнечной энергии в Джадрии, Багдад, в 1986 году. Но три десятилетия последующих войн и экономических санкций резко подорвали планы возобновляемой энергии. Дальнейший прогресс был остановлен до 2009 года, когда Министерство электричества объявило о плане установки шести тысяч уличных фонарей, работающих на солнечной энергии, для освещения улиц города. Багдад в рамках более крупной схемы потратит до 1,6 млрд. Долл США на добавление 400 мегаватт солнечных и ветряных электростанций к 2016 году. План был отменен после падения мировых цен на нефть и роста ИГИЛ в 2014 году. Интерес к солнечной энергии вновь возродился в ноябре 2017 года, когда правительство объявило о ВЗ для ГЧП для строительства около 700 МВт солнечных электростанций к концу 2018 года. В другое время падение цен на фотоэлектрические модули на международном рынке на 75 процентов побудило общественность установить автономные солнечные панели на крыше для замены частных дизельных генераторов [27].

Наджаф, одна из провинций на юге Ирака, расположена на окраине западного плато Ирака к юго-западу от столицы Багдада, примерно в 161 километре. Город поднимается на 70 метров над уровнем моря. Расчетная численность населения 1220145 человека. Расчетная площадь Наджафа 28,824 km². Средние высокие температуры от 14 ° C (январь) до 42 ° C (июль). Средние низкие температуры от 6 ° C (январь) до 29 ° C (июль) [29]. Климат пустыни Наджаф характеризуется жарким сухим летом и прохладной зимой с небольшим дождем, где почти весь год светит солнце [35], как показано на рисунке 2.2.

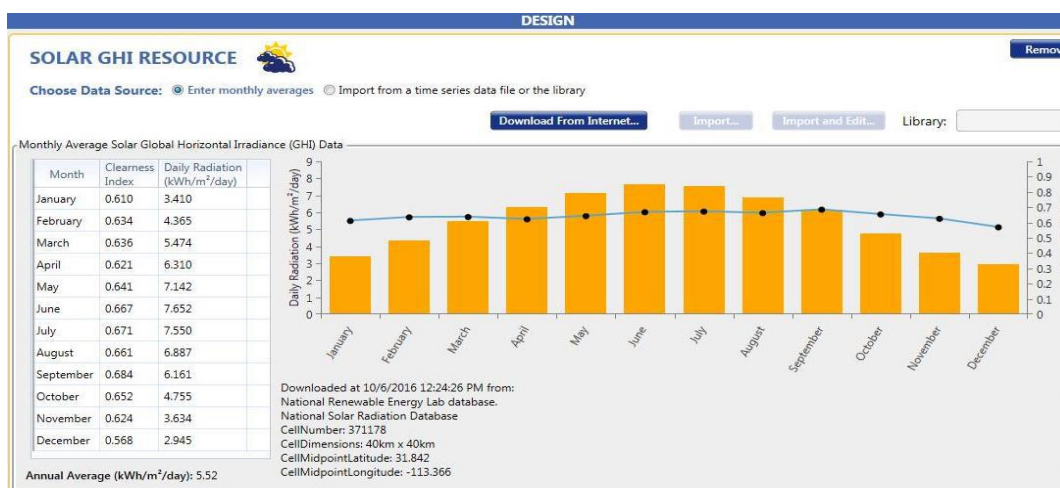


Рисунок 2.2- Годовая солнечная радиация в Наджафе [35]

Солнечная энергия является практическим решением для этого города, потому что она имеет широкий диапазон солнечной радиации, как показано (рисунок 2.3), Наджаф имеет сильную жару, где должны быть инвестиции в холодильные агрегаты, а также агрегаты и охлаждение питьевой воды сложные условия жизни без адекватных систем охлаждения. Все эти условия приводят к дополнительной нагрузке на электрическую сеть, вынуждая исследователей находить альтерна-

тивные методы, такие как солнечная энергия, для обеспечения удобного и приемлемого количества энергии для охлаждения. И именно здесь большинство домов, которые содержатся в Наджафе, являются областью от 100 до 200 м² [35].

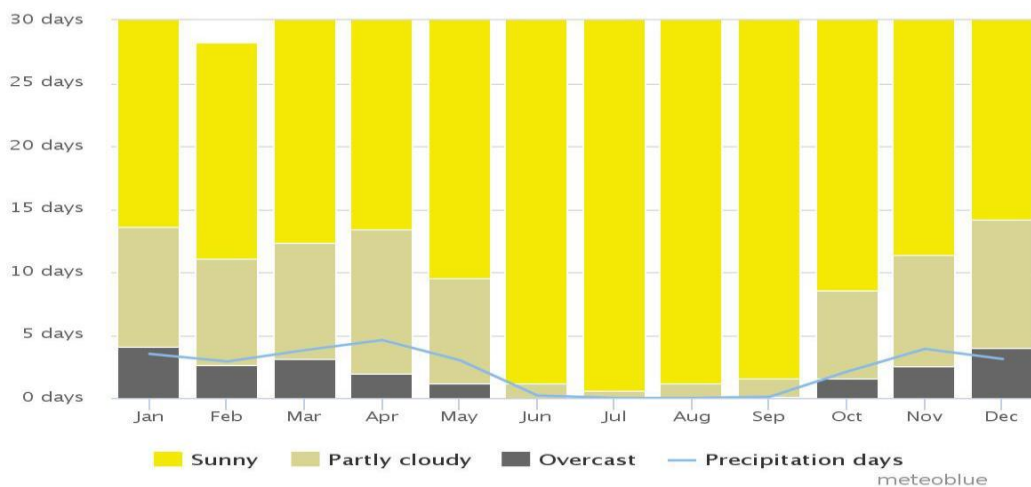


Рисунок 2.3- Ежегодное солнечное сияние в Наджафе [35]

Ирак – это страна, располагающаяся в поясе солнечного света, получающая повышенную дозу солнечного излучения. Объём прямого солнечного излучения на плоской, незащищённой покровом территории, может достигать 1800 кВтч/м² в год. Этот ресурс может быть использован для удовлетворения ежегодно растущего спроса в электроэнергии с помощью тепловых солнечных электростанций [31] (рисунок 2.4).

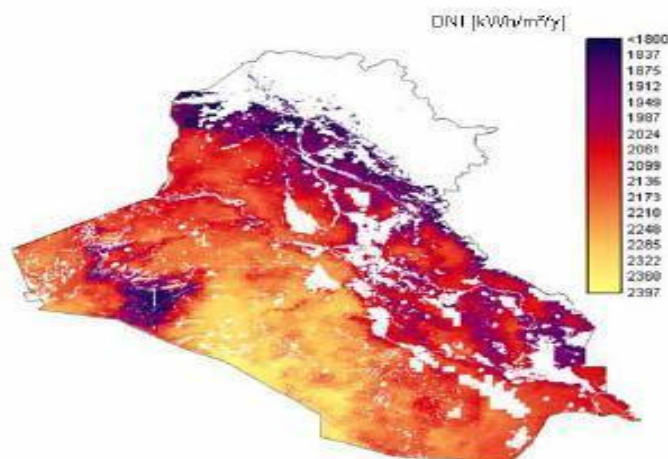


Рисунок 2.4 - Прямое солнечное излучение на территории Ирака [31]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

3 СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ

3.1 Солнечный коллектор

Коллекторы солнечной энергии представляют собой особый вид теплообменников, которые преобразуют энергию солнечного излучения во внутреннюю энергию транспортируемой среды. Основным компонентом является солнечный коллектор. Это устройство, которое поглощает поступающее солнечное излучение, преобразует его в тепло и передает это тепло жидкости (обычно воздуху, воде или маслу), протекающей через коллектор. Солнечная энергия при этом переносится из циркулирующей жидкости либо непосредственно в оборудование для горячей воды или кондиционирования воздуха, либо в резервуар для хранения тепловой энергии, из которого его можно извлечь для использования в ночное время и / или в облачные дни [22]. Солнечный коллектор является важным оборудованием, которое преобразует энергию солнечного излучения в другую полезную форму энергии. Солнечный коллектор отличается в нескольких аспектах от более традиционных теплообменников. Последний обеспечивает тепло обмен жидкости с жидкостью с высокими скоростями теплопередачи. Существует много типов солнечных коллекторов воды различных по форме [35].

3.1.1 Плоские солнечные коллекторы (FPC)

FPC - безусловно, наиболее используемый тип коллектора. FPC обычно используются для низкотемпературных применений до 100°C. Плоские коллекторы (FPC) являются наиболее широко используемым видом коллекторов в мире бытовых систем водяного отопления и солнечного отопления / охлаждения. Первая точная модель плоских солнечных коллекторов была разработана ХОТЕЛ и ВИЛЛЕР в 1950-х годах. Типичный плоский солнечный коллектор. Основными компонентами этого коллектора являются прозрачная передняя крышка (остекление), слой изоляции внутри корпуса коллектора и пластины поглотителя. Поглотитель обычно изготавливается из металлов, таких как алюминий, медь или сталь, и преобразует солнечный свет в тепло и переносит его в воду в трубах. Остекление выполнено из одного или нескольких листов стекла и помогает предотвратить большинство конвекционных потерь. Кроме того, он уменьшает тепловое излучение от поглотителя в окружающую среду. Тем не менее, стекло также отражает небольшую часть солнечного света поэтому оно должно быть герметичным, чтобы тепло не выходило и грязь, насекомые или влага не попадали в сам коллектор. Корпус коллектора может быть изготовлен из металла, дерева или пластика. Чтобы уменьшить потери тепла в окружающую среду, он должен быть сильно изолирован по бокам и сзади. Тем не менее, все еще существуют некоторые тепловые потери коллектора, в основном из-за разницы температур окружающего воздуха и поглотителя, и они подразделяются на конвекционные и радиационные потери. Плоские коллекторы были построены в большом количестве конструкций и из множества различных материалов; Одной из таких конструкций является добавление этилен-тетрафторэтиленовой (ETFE) фольги меж-

									Лист
									19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.263.01 ПЗ				

ду поглотителем и покровным стеклом для снижения коэффициента тепловых потерь коллектора.

Преимущества плоского солнечного коллектора:

- плоский солнечный коллектор дешевле, чем другие типы солнечных коллекторов;
- может быть легче интегрирован со структурой здания (фасад интегрирован / крыша интегрирована);
- плоский коллектор собирает пучок и рассеянное излучение.

Недостатки плоского коллектора:

- плоскому солнечному коллектору требуется большая площадь поверхности коллектора из-за более низкой производительности из-за проводимости, конвекции и излучения;
- может быть тяжелее по сравнению с другими типами;
- не может быть установлен под низким углом;
- стекло и поглотитель могут испачкаться, что влияет на производительность, поэтому необходимо проводить очистку со временем и, следовательно, требовать дополнительного обслуживания;
- не очень эффективен при слабом освещении (рассеянное излучение);
- требуется больший объем накопителя [18].

3.1.2 Концентрация солнечного коллектора

Коллекторы обычно представляют собой параболические желоба (изогнутые), которые используют зеркальные поверхности, чтобы концентрировать (фокусировать) энергию солнечного света на трубке поглотителя (называемой приемником), в 60 раз превышающей ее нормальную интенсивность. Этот приемник содержит теплоноситель или саму воду. Этот тип солнечного коллектора обычно используется только для коммерческого производства электроэнергии и промышленного применения, поскольку могут быть достигнуты очень высокие температуры. Однако он зависит от прямого солнечного света (лучевого излучения) и поэтому не очень хорошо работает в пасмурных условиях. Эти системы обычно включают в себя механическую систему управления (автоматическое отслеживание солнца), которая поддерживает отражатель желоба, направленный на солнце в течение дня. Этот тип достигает намного более высоких температур, чем коллекторы с плоскими или вакуумными трубками [35].

3.1.3 Вакуумные коллекторы (ЕТС)

Обычные простые плоские солнечные коллекторы были разработаны для использования в солнечном и теплом климате. Однако их преимущества значительно уменьшаются, когда условия становятся неблагоприятными в холодные, облачные и ветреные дни. Солнечные коллекторы (трубки) с откачанными тепловыми трубками работают не так, как другие коллекторы, доступные на рынке. Эти солнечные коллекторы состоят из тепловой трубы внутри вакуумной трубки ЕТС продемонстрировали, что комбинация селективной поверхности и эффек-

										Лист
										20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

тивного подавителя конвекции может привести к хорошей производительности при высоких температурах.

Вакуумная оболочка снижает конвекционные и проводящие потери, поэтому коллекторы могут работать при более высоких температурах, чем ФРС. Как и ФРС, они собирают как прямое, так и рассеянное излучение. Однако их эффективность выше при малых углах падения. Этот эффект имеет тенденцию давать ЕТС преимущество над ФРС в дневной производительности [17]. Этот тип трубки популярен благодаря многим преимуществам, таким как надежность, производительность и экономическая эффективность [25]. Коллекторы с вакуумными трубками больше подходят для большинства коммерческих и промышленных применений из-за экстремально высоких температур, которые они могут достичь (76,6 - 176,6 °С) [35].

Преимущества вакуумного трубного коллектора:

- более высокая солнечная энергия собирается в той же области абсорбера по сравнению с плоскими коллекторами;
- незначительные потери тепла только за счет излучения;
- благодаря вакуумной оболочке снижаются конвекционные и проводящие потери, поэтому коллекторы имеют более высокую эффективность, чем коллекторы с плоскими пластинами;
- вакуумная трубка герметична, поэтому грязь или влага не могут попасть внутрь коллектора;
- вакуумный коллектор может работать в ветреную, холодную и влажную погоду;
- отдельные трубки можно вращать для оптимизации идеальной ориентации;
- эвакуированный трубный коллектор дает высокую температуру.

Недостатками вакуумного трубного коллектора являются:

- сложная интеграция в ткань здания;
- более дорогой, чем плоский коллектор;
- большинство систем тепловых труб должны быть наклонены как минимум на 25° к горизонтали [18].

3.2 Процесс солнечного охлаждения

Технологии солнечного теплового охлаждения можно разделить на четыре основные технологии:

- открытые сорбционные системы охлаждения (ДЭК)
- компрессионные чиллеры (при работе от фотоэлектрических систем это еще один вариант «солнечного охлаждения». Однако это не процесс с тепловым приводом.)
- абсорбционные чиллеры
- адсорбционные чиллеры

В принципе, есть три разные технологии используется для теплового охлаждения. Абсорбционные и адсорбционные чиллеры используют тепло, вырабатываемое солнечными тепловыми коллекторами или другими источниками тепла, для запуска процесса с минимальным количеством дополнительной электриче-

					13.04.01.2020.263.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

ской энергии, необходимой для насосов раствора, контроллера и т. д. Тепловой коллектор подает воду, нагретую до температуры между 70°C (158°F) и 120°C (248°F), которая направляется в систему хранения. Эта горячая вода будет использоваться для привода чиллера, который затем будет производить холодную воду, которая хранится в другой системе хранения, из которой ее можно распределять по различным охлаждающим устройствам [15]. В открытых системах сорбции и охлаждения влагопоглотителя используется тепло, собранное с солнечных коллекторов, для высушивания влагопоглотителя, который затем используется для поглощения влаги из горячего воздуха, чтобы его можно было охладить с помощью испарения. Компрессорные чиллеры используют фотоэлектрические элементы для управления электрическим устройством, которое производит холод, используя процесс сжатия. Этот процесс не так привлекателен, как использование систем, работающих от солнечных тепловых коллекторов, из-за высокой стоимости установки фотоэлектрических элементов, необходимых для производства электричества, достаточного для питания системы сжатия.

Системы теплового охлаждения могут использовать различные источники тепла для управления системами охлаждения и обогрева, например:

- солнечная энергия собирается солнечным коллектором, например, вакуумной трубкой, плоским коллектором или даже концентрирующими системами;
- энергия централизованного теплоснабжения (центральная система производства тепла);
- отработанное тепло от электростанций (обычно энергия используется для избавления от этого тепла; с помощью этой технологии тепло, поступающее от электростанций или централизованных солнечных электростанций, может фактически использоваться для охлаждения летом);
- тепло от процессов когенерации (теплоэлектроцентрали когенерации или ТЭЦ используют как тепло, так и энергию, вырабатываемые двигателем для достижения высокого уровня эффективности [15].

3.3 Компрессорный чиллер с электроприводом

Обычный процесс охлаждения - технология сжатия требует электрического входа для запуска процесса. Для этого процесса разделенные блоки обычно используют конденсатор и отдельный испаритель, которые производят холодную энергию.

Эта система использует насос с электрическим приводом для повышения давления газа. Когда давление сбрасывается, газ становится очень холодным как в кемпинге. картридж, который остывает, пока газ выпускается.

На рисунке 3.1 представлена схема компрессорного чиллера с электроприводом.

					13.04.01.2020.263.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

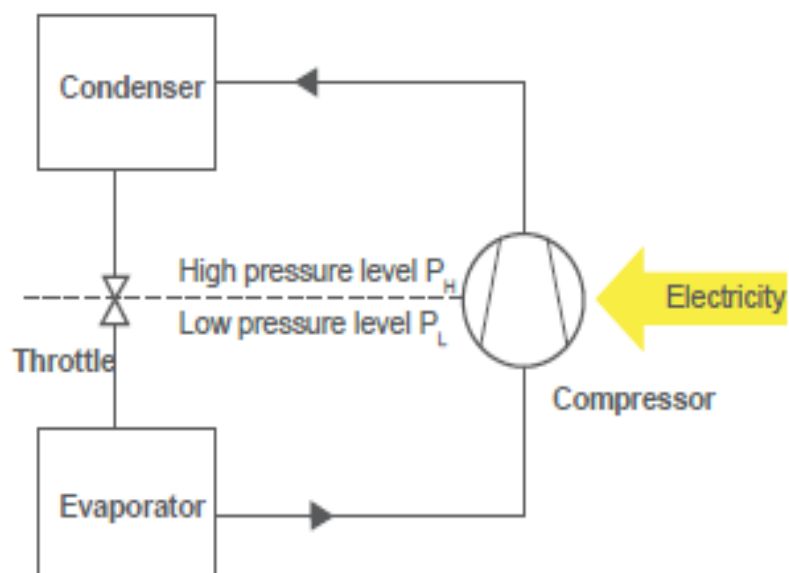


Рисунок 3.1 – Схема компрессорного chillера с электроприводом [15]

3.4 Тепловой абсорбционный и адсорбционный chillер в закрытых системах

Тепловой процесс заменяет компрессор двумя другими компонентами - генератором и поглотителем. Эти два компонента позволяют использовать тепло для управления процессом охлаждения, а не электричество [15].

3.5 Открытые системы охлаждения и осушения

Сиккатив системы охлаждения в основном системы открытого цикла, использующие вода в качестве хладагента в прямом контакте с воздухом. Термический привод Цикл охлаждения представляет собой комбинацию испарительного охлаждения воздухом осушение осушителем, то есть гигроскопичным материалом. За это для этого можно использовать жидкие или твердые материалы.

Термин «открытый» используется для указания того, что хладагент выбрасывается из системы после обеспечения охлаждающего эффекта и новый хладагент подается в его место в открытой петле. Поэтому только вода возможна как хладагент, поскольку существует прямой контакт с атмосферой. Общая применяемая сегодня, использует вращающиеся осушители, оснащенный силикагелем или литий-хлоридом в качестве сорбции материал.

3.5.1 Осушение твердым материалом и лопастями

Основными компонентами системы охлаждения с солнечным осушителем является показано на рисунке ниже. Основной процесс в обеспечении условно Воздух может быть описан следующим образом [26].

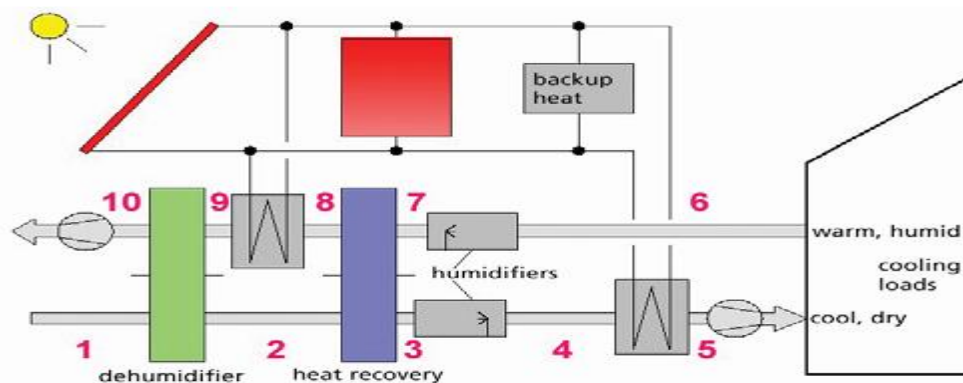


Рисунок 3.2- Схематическое изображение сиккатив система охлаждения [26,7]

3.5.2 Охлаждающий корпус

Теплый и влажный окружающий воздух поступает в медленно вращающийся осушитель - колесо и осушается путем адсорбции воды (1-2). Воздух нагревается адсорбционным теплом, поступает в колесо рекуперации тепла (2-3), что приводит к значительному предварительному охлаждению потока приточного воздуха. Впоследствии воздух увлажняется и дополнительно охлаждается контролируемым увлажнителем (3-4), в зависимости от желаемой температуры и влажности потока приточного воздуха. Поток отработанного воздуха в помещениях увлажняется (6-7) вблизи точки насыщения, чтобы использовать полное охлаждение потенциала для обеспечения эффективного восстановления тепла (7-8).

Наконец, сорбционное колесо должно быть восстановлено (9-10) путем применения нагрева в сравнительно низком температурном диапазоне от 50 до 75°C, что позволяет проводить непрерывную работу процесса осушения. Плоские солнечные тепловые коллекторы обычно можно применять в качестве системы отопления в солнечных осушителях – охладителях. Система может состоять из коллекторов, использующих воду в качестве жидкости и горячую воду хранения, чтобы увеличить эффективность использование солнечной энергии. Эта конфигурация требует дополнительного водо-воздушного теплообменника, чтобы подключить солнечную систему к воздушной. Альтернативное решение ведёт к снижению инвестиционных затрат, является прямым использованием регенерации тепла с помощью солнечных коллекторов. Специальная конструкция цикла осушителя необходима в случае экстремальных наружных условий, таких как, например, прибрежные районы Средиземного моря обл. Здесь, из-за высокой влажности окружающего воздуха, стандартная конфигурация цикла охлаждения осушителя не в состоянии уменьшить влажность до уровня, который достаточно низок, чтобы использовать прямое охлаждение испарением. Более сложные конструкции осушителя воздуха-блок обработки, использующий, например, еще одно колесо или дополнительные воздухоохладители, снабженные охлажденной водой, могут решить эту проблему [26].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

Лист

24

3.5.3 Жидкое управляемое охлаждение

Новые разработки, близкие к внедрению на рынке, являются осушителями системы охлаждения с использованием жидкого раствора вода / литий-хлорид в качестве сорбционного материала. Этот тип систем демонстрирует несколько преимуществ, таких как более высокое осушение воздуха в одном и том же диапазоне температур, чем системы охлаждения твердого осушителя, и возможность высокой накопление энергии путем хранения концентрированного раствора. Эта технология является перспективным будущим вариантом для дальнейшего увеличения эффективности эксплуатации солнечных тепловых систем для кондиционирования воздуха [26].

3.6 Адсорбционная система

Описание основной концепции

Адсорбция - это процесс, посредством которого молекулы жидкости фиксируются на стенках твердого материала с помощью соединений типа Ван-дер-Ваальса, Рутвен (1984). Адсорбированные молекулы не подвергаются химической реакции, а просто теряют энергию, будучи прикрепленными к адсорбционному слою, что приводит к выделению экзотермической энергии. Общий принцип основного адсорбционного холодильного цикла приведен на рисунке 3.3. Холодильный контур обычно состоит из трех основных компонентов; слой твердого адсорбента, конденсатор и испаритель.

Некоторые системы используют запорные клапаны между различными компонентами, а некоторые используют расширительные клапаны между конденсатором и испарителем. Цикл основан на естественном свойства слоя адсорбента (при низкой температуре), чтобы привлечь пары хладагента из испарителя, создавая тем самым более низкое давление в испарителе. Как только слой адсорбента приблизится к точке насыщения, клапан между испарителем и поглотителем закрывается, и тепло будет подано на слой адсорбента, тем самым высвобождая пары хладагента, которые затем собираются и конденсируются в конденсаторе и возвращаются в испаритель.

По завершении этого цикла тепло на слое адсорбента удаляется, и в некоторых случаях принудительное охлаждение вводится в адсорбер до тех пор, пока не будут установлены условия адсорбции, после чего клапан между испарителем и адсорбированным вновь открывается [4]. На рисунке 3.4 представлена схематическая диаграмма давления пара основного адсорбционного цикла. Поглощение хладагента (x) определяется как отношение массы адсорбированного хладагента к массе сухого адсорбента. Начиная с точки состояния 1, в которой адсорбент является холодным и насыщенным хладагентом, теплообменник адсорбера десорбера подводит тепло.

Это приводит к нагреванию адсорбента, что в результате приводит к десорбции определенного количества хладагента. Соответственно, давление в системе увеличивается, в идеале без изменения поглощения хладагента (так называемый изостерический предварительный нагрев), до тех пор, пока достигается мини-

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

мальная температура десорбции (точка состояния 2). При этой температуре давление в системе становится равным давлению насыщения, соответствующему температуре (T_{con}) радиатора, доступной для приема тепла конденсации.

С этого момента начинается процесс десорбции, и хладагент конденсируется, в идеале, при постоянном давлении (процессы 2 и 3 на рисунке 3.4). Процесс десорбции продолжается до тех пор, пока температура адсорбента не достигнет максимально доступной температуры десорбции, а поглощение хладагента не достигнет минимального цикла поглощения (x_{min}) (точка состояния 3). Вторая рабочая фаза начинается, когда адсорбер-десорберный теплообменник охлаждается путем отвода его тепла в окружающую среду. Адсорбент предварительно охлаждается и становится способным адсорбировать пары хладагента. Это приводит к снижению давления в системе, в идеале без изменения поглощения хладагента внутри адсорбента. Поскольку адсорбер-десорберный теплообменник дополнительно предварительно охлаждается, часть ранее десорбированного и сконденсированного хладагента адсорбируется скрытая теплота испарения извлекается из оставшегося жидкого хладагента в испарителе.

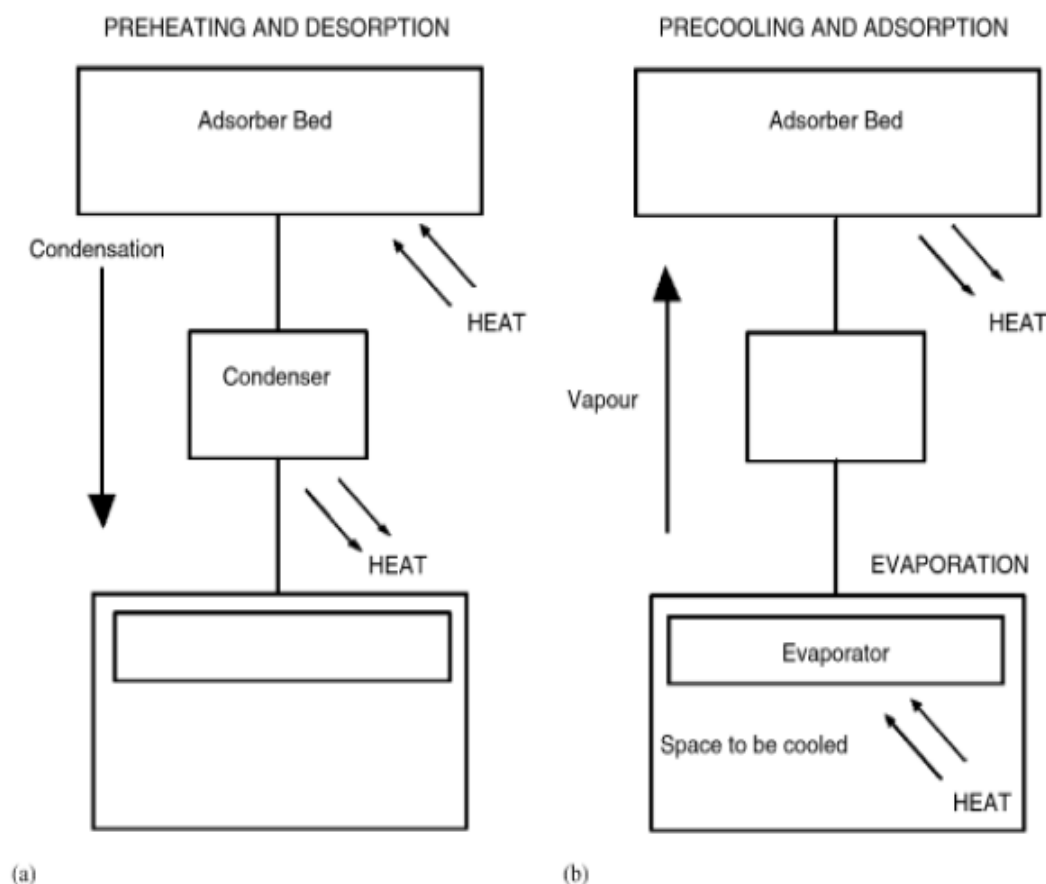


Рисунок 3.3 - Схема адсорбционной системы [4]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

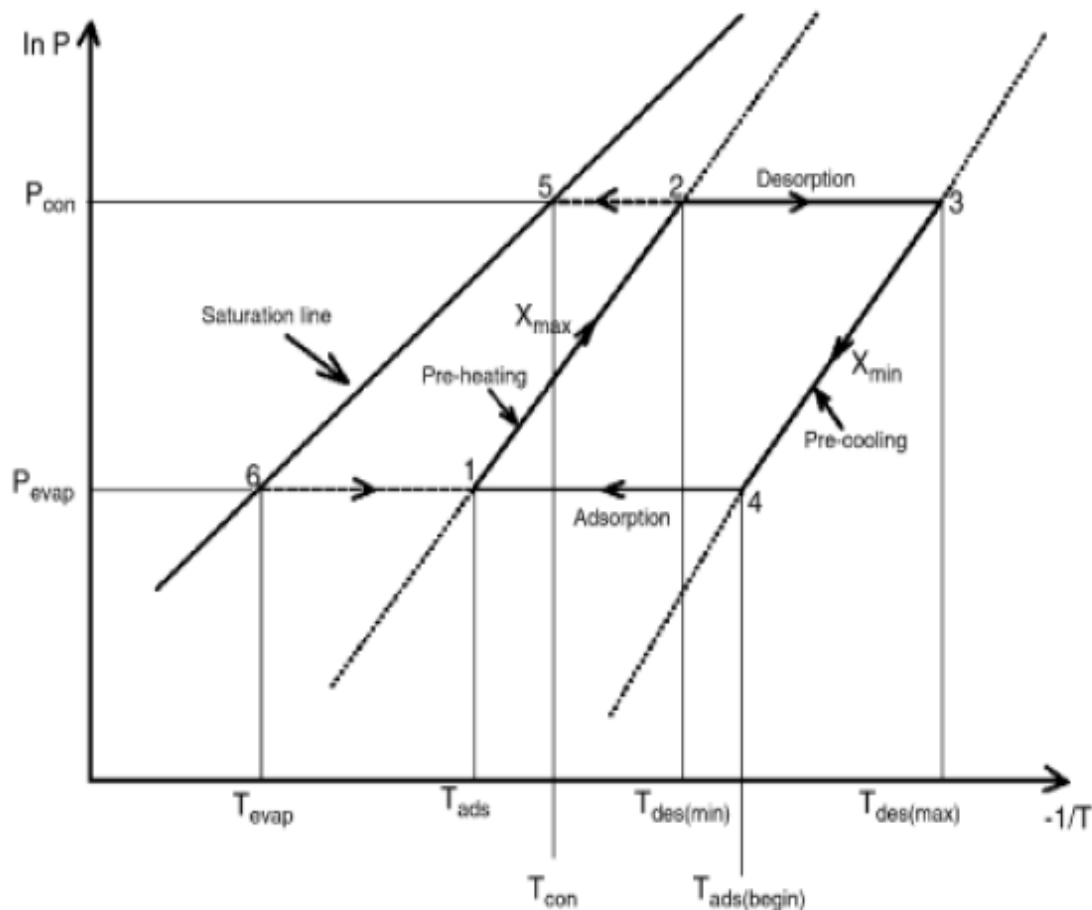


Рисунок 3.4- Схема адсорбционной системы [4]

Это приводит к снижению температуры хладагента от точки состояния 5 до точки состояния 6 в конце процесса предварительного охлаждения (3 -4). Процесс адсорбции, в котором создается охлаждающий эффект, начинается с точки состояния; продолжается охлаждение адсорбера-десорбера теплообменника до тех пор, пока все количество хладагента не испарится при удалении охлаждающей нагрузки из окружающего пространства (объема холодильника) и адсорбируется в адсорбенте. В отличие от сжатия пара и абсорбционного охлаждения, основной процесс адсорбции / десорбции не является непрерывным. Адсорбционный слой заправляется хладагентом при низкой температуре и давлении; когда адсорбция замедляется или останавливается, адсорбционный слой нагретый и высокотемпературный газ под давлением выходит из слоя. Для получения непрерывного охлаждающего эффекта от адсорбционной холодильной системы обычно используют два или более слоя адсорбента. В типичном цикле с двумя слоями испаритель и конденсатор будет соединен с обоими слоями через ряд клапанов. Нагретый слой будет открыт для конденсатора, чтобы позволить десорбцию, в то время как другой будет открыт для испарителя, чтобы позволить адсорбцию. Подогрев и охлаждение слоев и клапана направления будут меняться между двумя в каждом цикле, чтобы обеспечить «непрерывный» нагрев или охлаждение (фактически колеблющийся между высокими и низкими скоростями охлаждения). До-

бавление большего количества адсорбционных слоев обеспечивает более стабильную скорость охлаждения, а также позволяет использовать тепло, отводимое в процессе адсорбции, как часть подводимой энергии для регенерация полностью заряженных грядок. Эти «продвинутые» циклы повышают эффективность за счет добавления насоса и контуров рекуперации тепла [4].

3.6.1 Адсорбционные рабочие пары

Адсорбционное охлаждение принципиально отличается в выбранных парах адсорбент-адсорбат и молекулярных силах, лежащих в основе взаимодействия пар. Наиболее распространенными парами адсорбции являются: силикагель-вода, цеолиты и вода, цеолиты и метанол, а также активный углерод и аммиак. Хладагент обычно выбирается на основании его теплоемкости, температуры и давления испарения и плавления, воздействия на окружающую среду и его способности адсорбируется на твердых слоях. В идеале обычно выбираются соединения с высокой теплоемкостью на единицу объема адсорбированной фазы и низким воздействием на окружающую среду [4].

Адсорбционная рабочая пара является ключевым элементом для систем адсорбционного охлаждения и теплового насоса. Тепловые свойства рабочих паров оказывают большое влияние на коэффициент полезного действия системы, скорость приращения температуры адсорбера и начальные инвестиции.

Для эффективной производительности охлаждения подходящие рабочие пары адсорбции должны быть выбраны в соответствии с температурами источника тепла, а подходящие циклы адсорбционного охлаждения должны быть выбраны в соответствии с фактическими требованиями. Область применения и свойства различны для разных рабочих адсорбционных холодильных паров.

Обычные рабочие пары адсорбционного охлаждения в основном включают: активированный уголь-метанол, активированный уголь-волокно-метанол, активированный уголь-аммиак, цеолит-вода, силикагель-вода, гидриды металлов-водород, хлорид кальция-аммиак и хлорид стронция-аммиак, и т.д. (физическая и химическая адсорбция). Недавние исследования также показывают, что композитная адсорбция, которая является типом эффективной технологии интенсификации тепломассопереноса для химического адсорбента, является перспективной технологией для охлаждения [35].

3.6.2 Разница между адсорбцией и абсорбцией

Адсорбция: адгезия тонкого слоя молекул газа или жидкости к твердому объекту. Или действие, связанное с прилипанием к твердой поверхности, материала при извлечении одного или нескольких веществ, присутствующих в атмосфере или смеси газов и жидкостей, без сопутствующих химических или физических изменений абсорбцией: процесс абсорбцией или впитывания вещества, или процесс, при котором материал извлекает одно или несколько веществ, присутствующих в атмосфере или смеси газов или жидкостей, сопровождаемых физическим изменением и / или химическим изменением материала [35].

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.263.01 ПЗ				

3.7 Рабочий принцип адсорбционного охлаждения

Как и обычный компрессорный чиллер, адсорбционный чиллер использует цикл, в котором хладагент конденсируется при высоком давлении / температуре и испаряется при низком давлении / температуре. Однако этот цикл приводится в действие не механическим компрессором, а тепловым компрессором, основанным на реакции сорбции силикагеля и воды с использованием тепла в качестве движущей силы. Сухой силикагель (пористое стеклообразное твердое вещество) притягивает и адсорбирует водяной пар, пока не станет насыщенным. Тогда он восстановлен; нагревание силикагеля выделяет водяной пар под давлением, которое позволяет ему конденсироваться при температуре окружающей среды. Затем цикл адсорбции и десорбции можно повторить. Этот цикл мало чем отличается от абсорбционных циклов (например, с раствором LiBr), однако есть два важных различия: силикагель может эффективно регенерироваться при более низких температурах и силикагель является твердым веществом, которое нельзя перекачивать из генератора к поглотителю.

Силикагель наносится на теплообменники, которые периодически снабжаются горячей и охлаждающей водой. Цикл адсорбции является периодическим процессом, и для квазинепрерывного охлаждения необходимо не менее 2 слоев силикагеля (реакторов), работающих в противофазе. Минимально возможная температура охлажденной воды в этом цикле адсорбции составляет около 4 °С, что делает его идеально подходящим для систем кондиционирования и охлаждения воды в искусственных условиях и в промышленности [1].

3.7.1 Технические преимущества

Система адсорбционного охлаждения имеет ряд преимуществ, таких как простая структура, отсутствие проблем с ржавчиной, отсутствие проблем с кристаллизацией и ее легко адаптировать для мобильной установки. Итак, адсорбционная система охлаждения больше подходит для утилизации отработанного тепла, особенно отработанного тепла, выделяемого дизельным двигателем транспортного средства [5]. Типичные значения COP адсорбционных чиллеров составляют 0,5-0,6. Выгодны низкая температура вождения, начиная с 60°C, отсутствие насоса для раствора и сравнительно бесшумная работа [8].

3.7.2 Технические недостатки

Адсорбционное охлаждение является по своей природе циклическим процессом, и для обеспечения приблизительно непрерывной производительности необходимы несколько слоев адсорбента. Адсорбционные системы по своей природе требуют больших поверхностей теплопередачи для передачи тепла адсорбирующим материалам и от них, что автоматически повышает стоимость. Высокоэф-

									Лист
									29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.263.01 ПЗ				

фективные системы требуют, чтобы тепло адсорбции восстанавливалось для обеспечения части тепла, необходимого для регенерации адсорбента.

Эти регенеративные циклы, следовательно, нуждаются в нескольких теплообменниках с двумя слоями и сложных контурах теплопередачи и средствах управления для восстановления и использования отработанного тепла в качестве цикла теплообменников между адсорбирующим и десорбирующим хладагентом. Это усугубляет проблемы, связанные с стоимостью, а также добавляет электрическую нагрузку. Производительность может ухудшиться в течение многочисленных циклов адсорбции из-за загрязнения поверхности [4].

3.8 Абсорбционный чиллер:

Это машина, которая производит охлажденную воду, используя остаточное тепло из таких источников, как пар, горячая вода или горячий газ. Охлажденная вода производится по принципу охлаждения: жидкость (хладагент), которая испаряется при низкой температуре, поглощает тепло из окружающей ее среды при испарении. Чистая вода обычно используется в качестве хладагента, тогда как раствор лития бромида (LiBr) используется в качестве адсорбента. Как работают абсорбционные холодильные системы: В абсорбционных холодильных установках адсорбент, генератор, насос и теплообменник заменяют компрессор систем охлаждения парового компрессора (механического охлаждения). Остальные три (3) компонента, обнаруженные также в механических холодильных системах, то есть расширительный клапан, испаритель и конденсатор, также используются в абсорбционных холодильных системах

3.8.1 Компоненты системы адсорбции паров:

Компоненты системы охлаждения с адсорбцией пара включают в себя:

Генератор: - доставить пар хладагента в остальную часть системы. Это достигается за счет отделения хладагента от раствора. В этом генераторе раствор вертикально падает по горизонтальным трубам с источником высокой температуры, обычно паром или горячей водой, проходящей через трубы. Раствор поглощает тепло из теплого пара или воды, заставляя хладагент кипеть (испаряться) и отделяться от адсорбирующего раствора. Когда хладагент отпаривается, адсорбирующий раствор становится более концентрированным. Концентрированный адсорбирующий раствор возвращается в абсорбер, а пары хладагента мигрируют в конденсатор;

Конденсатор: - предназначен для конденсации паров хладагента. Внутри конденсатора охлаждающая вода течет по трубам, а горячий пар хладагента заполняет окружающее пространство. По мере передачи тепла от паров хладагента в воду хладагент конденсируется на поверхностях трубок. Конденсированный жидкий хладагент собирается в нижней части конденсатора перед поездкой в расширительное устройство. Система охлаждающей воды соединена с градирней.

Расширительный клапан: - от конденсатора жидкий хладагент проходит через расширительное устройство в испаритель. Расширительное устройство использу-

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.263.01 ПЗ				

ется для поддержания перепада давления между сторонами высокого давления (конденсатора) и низкого давления (испарителя) холодильной системы.

Поскольку жидкий хладагент высокого давления течет через расширительное устройство, это вызывает перепад давления, который уменьшает давление хладагента до давления в испарителе. Это снижение давления заставляет небольшую часть жидкого хладагента выкипать, охлаждая оставшийся хладагент до желаемой температуры испарителя. Затем охлажденная смесь жидкого и парообразного хладагента поступает в испаритель.

Испаритель: - охлаждение циркулирующей воды. Испаритель содержит пучок трубок, в которых вода системы охлаждается / охлаждается. При низком давлении, существующем в испарителе, хладагент поглощает тепло из циркулирующей воды и испаряется. Образовавшиеся пары хладагентов, как правило, увеличивают давление в сосуде. Это, в свою очередь, повысит температуру кипения, и желаемый эффект охлаждения не будет получен. Таким образом, необходимо удалить пары хладагента из емкости в нижний амортизатор давления. Физически испаритель и поглотитель содержатся в одной и той же оболочке, что позволяет паров хладагента, образующихся в испарителе, постоянно перемещаться в абсорбер.

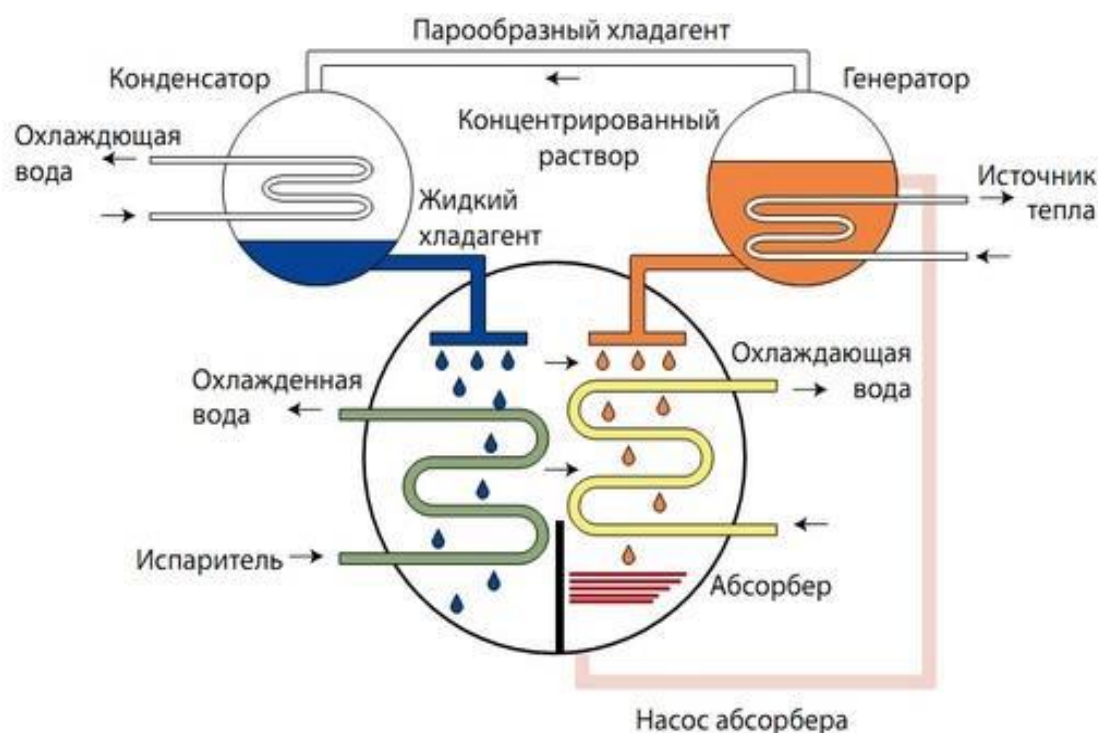


Рисунок 3.5- Принцип работы абсорбционной холодильной машины [31]

Абсорбер: - пары хладагента поглощаются раствором. Когда пар хладагента поглощается, он конденсируется из пара в жидкость, выделяя тепло, которое он приобрел в испарителе. Тепло, выделяемое при конденсации паров хладагента путем их поглощения в растворе, удаляется охлаждающей водой, циркулирующей через пучок поглотительной трубки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Слабый абсорбирующий раствор затем закачивается в генератор, где для отвода хладагента используется тепло. Пары горячего хладагента, созданные в генераторе, мигрируют в конденсатор. Вода в градирне, циркулирующая через конденсатор, превращает пары хладагента в жидкое состояние и поднимает тепло конденсации, которую он откачивает в градирню. Жидкий хладагент возвращается в испаритель и завершает цикл.

3.9 Комбинации хладагент-абсорбент для абсорбции паром системы охлаждения

Сегодня абсорбционные машины коммерчески доступны в двух основных конфигурациях. Для применений с температурой выше 50°C (в основном, для кондиционирования воздуха) в цикле используется бромид лития / вода. Для применений ниже 50°C аммиак / водный цикл используется с аммиаком в качестве хладагента и воды в качестве абсорбента.

3.9.1 Желательные свойства смесей хладагент-абсорбент

А Смеси абсорбента хладагента для системы абсорбции паров должны обладать некоторыми желательными свойствами, такими как хладагент должен быть более летучим, чем абсорбент, другими словами, точка кипения хладагента должна быть намного ниже абсорбента.

В точках кипения хладагента и абсорбента (более 2000°C) должна быть большая разница, так что раствор в генераторе нужно только нагревать до температуры, необходимой для выкипания только хладагента. Это гарантирует, что только чистый хладагент циркулирует по контуру хладагента (конденсатор-расширительный клапан-испаритель). Хладагент должен обладать высокой растворимостью с раствором в абсорбере. Абсорбент должен иметь сильное сродство к хладагенту.

Это позволит свести к минимуму количество циркулирующего холодильного агента. Рабочие давления должны быть предпочтительно низкими, так что стенки оболочек и соединительных труб не должны быть толстыми. Он не должен подвергаться кристаллизации или затвердеванию внутри системы. потому что кристаллизация будет блокировать свободный поток раствора в линии. Смесь должна быть безопасной, химически стабильной, некоррозионной, недорогой и должна быть легко доступной. Хладагент должен иметь высокую теплоту испарения.

3.9.2 Водно-литиевая бромидная система (H₂O-LiBr)

Для умеренных температур (выше 50°C) применяется, в частности, для кондиционирования воздуха. Здесь вода является хладагентом, а абсорбентом является бромид лития. Использование LiBr-Water для абсорбционных холодильных систем началось примерно в 1930 году. Две выдающиеся характеристики LiBr-Water это поглотитель нелетучести LiBr (устраняется необходимость выпрямителя) и чрезвычайно высокая температура испарения воды (хладагент). Однако ис-

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				13.04.01.2020.263.01 ПЗ	32

пользование воды в качестве хладагента ограничивает применение при низких температурах выше 0°C. Поскольку вода является хладагентом, система должна работать в условиях вакуума. При высоких концентрациях раствор подвержен кристаллизации. Одним из способов предотвратить это является добавление одной или нескольких дополнительных солей, например, $ZnBr_2$, $ZnCl_2$. Добавление третьего компонента в основной раствор бромида лития приводит к тому, что граница кристаллизации отходит от нормальной рабочей зоны. Следовательно, сильный раствор может быть охлажден в теплообменнике до температуры почти абсорбера без кристаллизации соли, что улучшает работу системы. COP высокая (от 0,7 до 0,9) по сравнению с (0,5-0,6) для систем с аммиачной водой.

3.9.3 Система аммиачно-водного (NH_3-H_2O)

для низкотемпературного (менее 50°C) холодильного применения с аммиаком в качестве хладагента и водой в качестве абсорбента. Пара литий-бромид-вода удовлетворяет большинству перечисленных выше свойств. По этим причинам системы Li-Br и NH_3-H_2O становятся все более популярными. Сравнение литий – бром доводные системы и аммиачно-водные системы. С момента изобретения абсорбционной холодильной системы широко используется NH_3-H_2O . Оба NH_3 (хладагент) и вода (абсорбент) являются высокостабильными для широкого диапазона рабочих температур и давления. NH_3 имеет высокую скрытую теплоту испарения, что необходимо для эффективной работы системы. Его можно использовать для низкотемпературных применений, так как точка замерзания NH_3 составляет -77°C. Но так, как и NH_3 , и вода являются летучими, для цикла требуется выпрямитель для удаления воды, которая обычно испаряется с помощью NH_3 . Без выпрямителя вода накапливалась бы в испарителе и компенсировала бы производительность системы. Существуют и другие недостатки, такие как высокое давление, токсичность и коррозионное воздействие на медь и медные сплавы. Смеси аммиака / воздуха не огнеопасны, но могут быть взрывоопасны в случае высокого содержания аммиака между 15,5 и 27%. Из анализа свойств рабочих тел для холодильной машины выбираем для условий Ирака бром литиевую смесь [31].

3.10 Технология абсорбционного охлаждения

В последние годы технология абсорбции, известная с начала 19-го века, вызывает все больший интерес, поскольку существуют возможности экономии первичной энергии за счет использования отработанного тепла и тепловой солнечной энергии при работе теплового насоса для целей отопления и в холодильных установках. Если солнечное тепло доступно в диапазоне температур 90–140°C, то можно получить холод с температурой ниже -30°C. В то время как холодное производство с абсорбционными установками было распространено в течение десятилетий, применение тепловых насосов только в последние годы стало значимым с точки зрения первичной энергии благодаря улучшению показателей производительности; таким образом, малые газовые абсорбционные тепловые насо-

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.263.01 ПЗ					33

сы достигают коэффициентов производительности примерно 1,5, то есть 1 кВт.ч от назначенного Первичная энергия газа преобразуется в 1,5 кВт.ч тепла (Schirp, 1993), что лучше, чем у конденсационных котлов, доступных в настоящее время на рынке, с максимальными сор 1,1. Эти небольшие устройства с тепловой мощностью 3,5 кВт производятся в настоящее время в опытно-промышленной эксплуатации и находятся на рынке.

Различные производители производят абсорбционные тепловые насосы с мощностью 10–40 кВт, которые достигают сор около 1,3 при предварительном нагреве.

температура около 50 °С. Абсорбционные охладители, с другой стороны, выпускаются серийно с 1960-х годов. Arkla только в одной отрасли (сегодня Robur SpA) было выпущено более 300 000 небольших кулеров мощностью 10,5–17 кВт (Lazzarin, 1996). Текущие кулеры охватывают большой диапазон мощности от 10 до более 5000 кВт.

Наиболее часто используемыми парами рабочих материалов являются аммиак-вода и вода-LiBr, с аммиаком или водой в качестве хладагентов и водой или LiBr в качестве растворителей. Термодинамические свойства хладагента определяют возможный температурный диапазон машин: в то время как аммиак под давлением 105 Па кипит при -33°C и, таким образом, может использоваться для охлаждения и кондиционирования воздуха, вода хладагента ограничивается чисто кондиционированием с температурой испарителя выше 0°C.

В системах LiBr – вода чрезвычайно низкое давление хладагента, приблизительно 103 Па при + 5°C, благоприятно для небольшой мощности насоса и несложные конструкции. Однако в системах LiBr концентрация хладагента в растворе не должна падать слишком резко, так как в противном случае происходит кристаллизация растворителя. Из-за плохой растворимости воды в LiBr поглотитель и конденсатор обычно охлаждаются водой.

Преимущество систем вода-LiBr заключается в том, что между хладагент и растворитель, поэтому, когда хладагент удаляется из раствора, образуются чистые пары хладагента.

Расстояние кипения между аммиаком и водой, с другой стороны, составляет всего 133К, поэтому, когда происходит вытеснение, всегда образуется водяной пар, который необходимо снова отделить в ректификационной колонне. Мощные кулеры сегодня производятся в основном по технологии LiBr. Одной из причин этого является все более широкое применение абсорбционных машин с двойным подъемом, работающих на газе.

Хладагент удаляется при высоких температурах, а тепло конденсации используется для дальнейшего удаления при более низких температурах и давлениях. С такими машинами сор 1,3 или выше получены, в то время как системы с одним подъемом ограничены приблизительно 0,7. Машины с двойным подъемом нельзя производить с аммиачным хладагентом из-за очень высокого давления в системе. Однако при работе на солнечной энергии кулеры с двойным подъемом могут работать только с концентрирующими тепловые коллекторы, и они плохо подходят для интеграции в зданиях. Поскольку (из-за высоких затрат на коллектор и хранение) затраты на кулеры с двойным лифтом на солнечной энергии незначительны

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.263.01 ПЗ					

ниже, чем у систем с одним лифтом, несмотря на производительность цифры, внимание здесь уделяется системам с одним подъемом.



Рисунок 3.6- Однолифтный LiBr – водяной охладитель с горячей водой или паром для диапазонов мощности 420–4840 кВт [2]

3.11. Процесс абсорбционного охлаждения и его составляющие

Абсорбционные охладители отличаются от компрессорных холодильных установок с электрическим приводом заменой механического компрессора тепловым компрессором и поэтому сравнимо с закрытыми адсорбционными охладителями. Компрессор имеет функцию доведения испаренного хладагента до такого высокого давления, что он может конденсироваться при высоких температурах, и в циклическом процессе его снова подают в виде жидкости в испаритель.

В абсорбционном холодильнике процесс компрессора заменяется абсорбцией испаренного хладагента в растворитель (вода или LiBr) и последующее кипение в генераторе при высоком давлении. Раствор с низким содержанием хладагента из генератора перекачивается обратно в абсорбер, где он снова может забирать пары хладагента из испарителя. Постоянное Охлаждение процесс может поддерживаться циркулирующим жидким сорбентом, что является существенным преимуществом по сравнению с адсорбционной технологией с прерывистой абсорбцией хладагента на твердом силикагеле.

Посредством представления компонентов на изостерной диаграмме (с концентрацией раствора x в качестве параметра) можно реконструировать отдельные этапы процесса.

На стороне высокого давления с давлением p_h находятся конденсатор и генератор; на стороне низкого давления с уровнем давления p_l находятся испаритель и поглотитель. В испарителе и конденсаторе концентрация хладагента составляет

100%, что соответствует концентрации решение $x = 1,0$. Самая низкая концентрация хладагента в растворе производится в генераторе (правильная изостера).

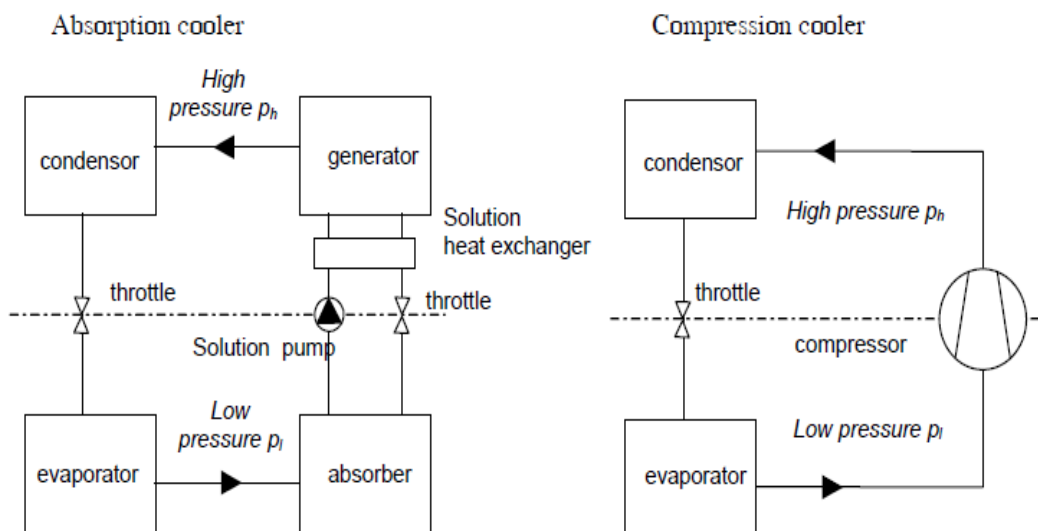


Рисунок 3.7- Компоненты абсорбционного охладителя по сравнению с электрическим компрессионным охладителем [2]

Расположение компонентов в абсорбционном охладителе определяется общим уровнем давления генератора и конденсатора, с одной стороны, и испарителя и поглотитель с другой.

Генератор и конденсатор расположены в общей верхней камере, а испаритель и поглотитель расположены в нижней части машины.

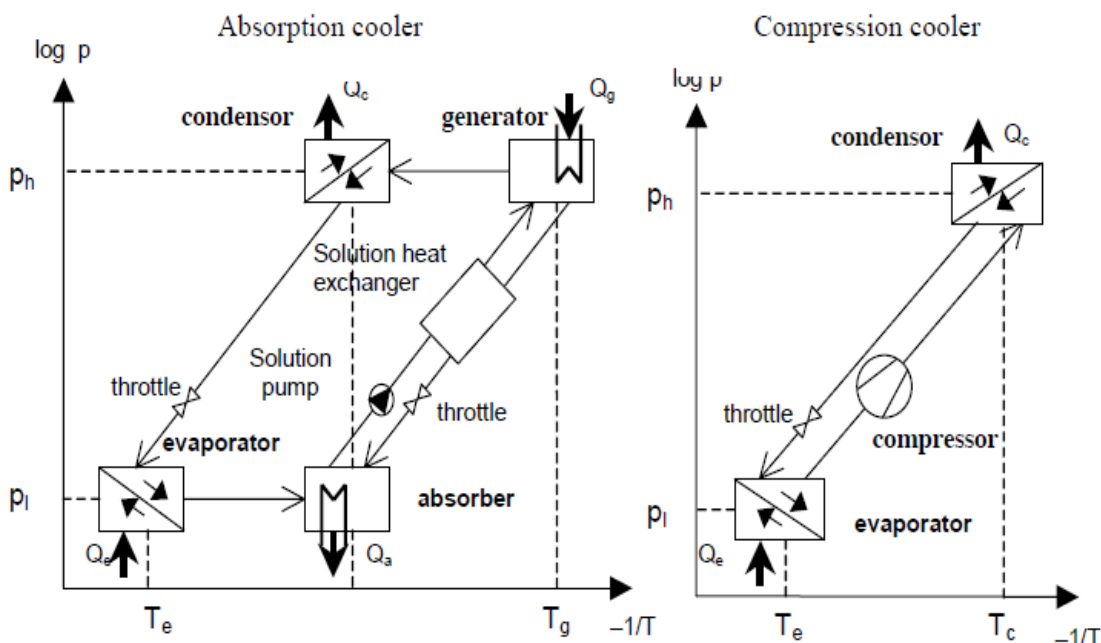


Рисунок 3.8- Представление процесса охлаждения поглощения и сжатия в $\log p - 1 / T$ [2]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

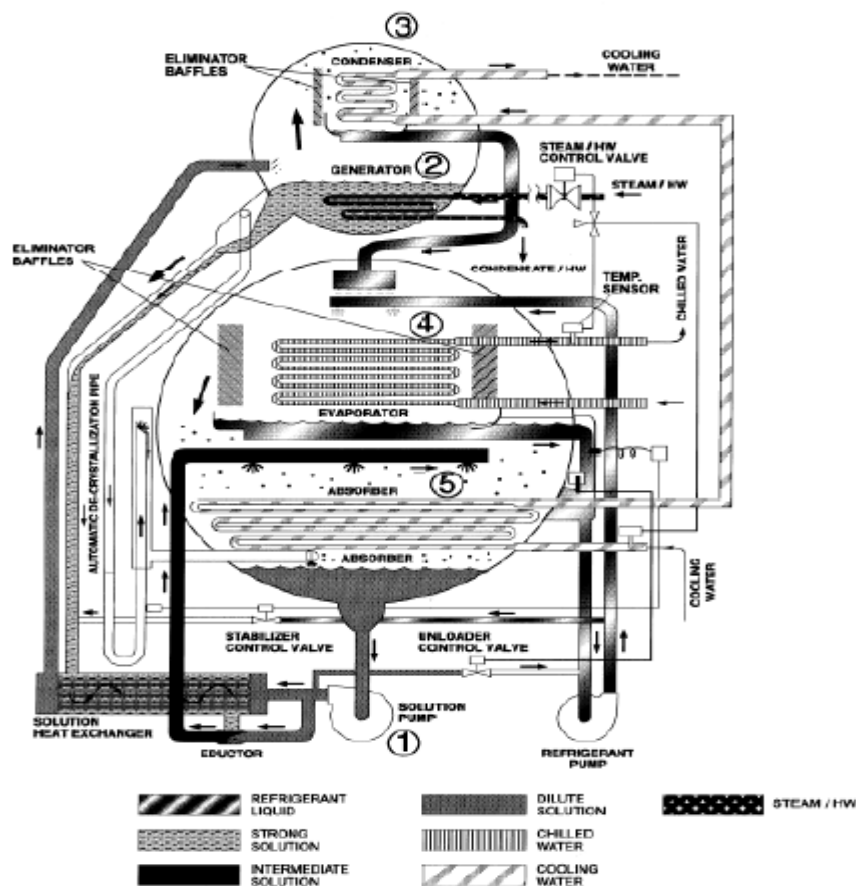


Рисунок 3.9- Расположение компонентов абсорбционного охладителя на водной основе LiBr (Йорк Компания) [2]

3.12 Процесс абсорбционного охлаждения с двойным подъемом

В процессе абсорбции с двойным подъемом два генератора работают при разных уровнях температуры. Высокотемпературный генератор с рабочей температурой около 150°C вырабатывает пары хладагента при высоком уровне давления. Этот пар хладагента конденсируется при температурах, достаточных для работы второго генератора. Таким образом, раствор, обогащенный хладагентом, сначала закачивается в генератор средней температуры, где удаляется некоторое количество хладагента и затем в высокотемпературный генератор, где раствор далее не содержит хладагента. Уровень давления следовательно, температура во втором генераторе должны быть достаточно высокими, чтобы достичь конденсации во втором конденсаторе с воздушным или водяным охлаждением. Конденсат из обоих конденсаторов расширяется в общий испаритель на уровне низкого давления, где вырабатывается охлаждающая способность. Тепло генератора должно подаваться при высокой температуре (выше 110°C) энергетической точки зрения концепция двойного подъема очень интересна, и первый опыт эксплуатации был получен в Турции с использованием китайского производства абсорбера с двойным подъемом. Чиллер с максимальным сор 1,5 работающий от параболических желобовых коллекторов, вырабатывающих пар при 144°C [2].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

Лист

37

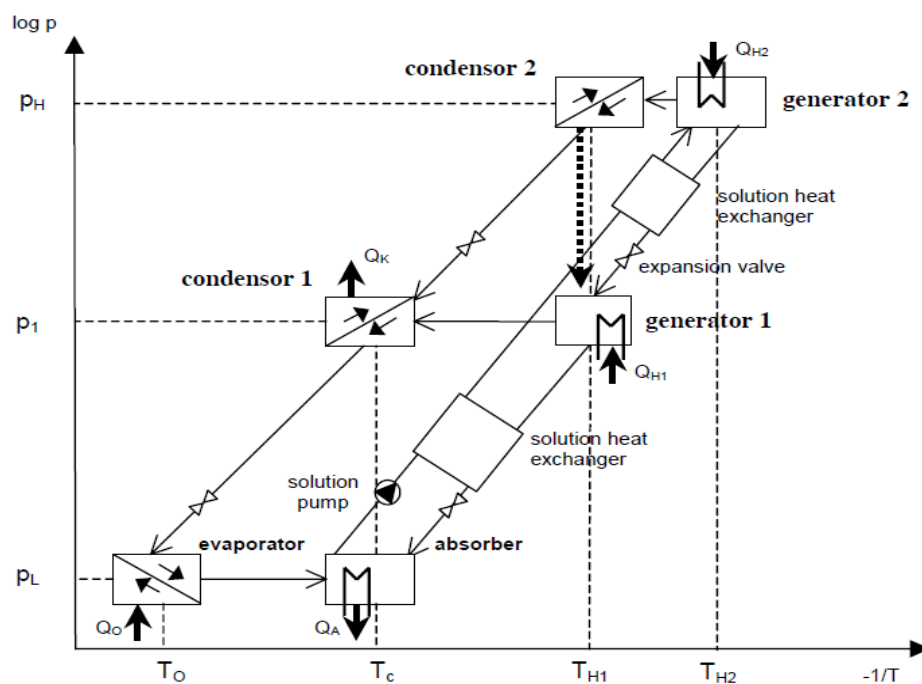


Рисунок 3.10 - Процесс абсорбционного chillера с двойным подъёмом [2]

3.13 Абсорбционной системы

Тип абсорбционной системы:

Абсорбционные системы используют тепловую энергию для производства охлаждения или нагрева, а иногда и для повышения температуры отработанного тепла. Водный бромид лития (LiBr) часто используется для поглощения хладагента, водяного пара и обеспечивает более высокий коэффициент полезного действия.

Системы поглощения тока можно разделить на следующие категории:

- Абсорбционные chillеры используют тепловую энергию для охлаждения.
- Абсорбционные chillеры-нагреватели используют тепловую энергию для охлаждения или обогрева.
- Абсорбционный тепловой насос отбирает тепловую энергию из испарителя через абсорбер, увеличивает подвод тепла в генератор и отдает их обе в горячую воду в конденсаторе для нагрева.
- Поглощающие тепловые трансформаторы повышают температуру отработанного тепла до значения, более высокого, чем любой другой входящий поток жидкости, подаваемый в поглощающий тепловой трансформатор [6].

3.13.1 Рабочая жидкость для абсорбционных холодильных систем

Производительность абсорбционных холодильных систем критически зависит от химических и термодинамических свойств рабочего тела. Основное требование к комбинации абсорбент / хладагент заключается в том, что в жидкой фазе

они должны иметь предел смешиваемости в диапазоне рабочих температур цикла.

Смесь также должна быть химически стабильной, нетоксичной и взрывоопасной. В дополнении к Этим требованиям, следующие желательны.

-Высота кипения (разница в температуре кипения между чистым хладагентом и смесью при одном и том же давлении) должна быть как можно большей.

-Хладагент должен иметь высокую теплоту испарения и высокую концентрацию в абсорбенте, чтобы поддерживать низкую скорость циркуляции между генератором и абсорбером на единицу холодопроизводительности.

-Хладагент, и абсорбент должны быть неагрессивными, экологически чистыми и недорогими.

-Транспортные свойства, которые влияют на теплоперенос, например, вязкость, теплопроводность и коэффициент диффузии, должны быть благоприятными.

3.13.2 Улучшение процесса поглощения

Абсорбер является наиболее важным компонентом любой абсорбционной холодильной системы. Экспериментальное исследование показывает, что коэффициент циркуляции раствора (скорость циркуляции раствора на единицу генерируемого хладагента) находится в 2-5 раз больше теоретического значения. Это связано с неравновесным состоянием раствора в поглотителе. При заданной температуре и давлении в поглотителе раствор поглощает меньше хладагента, чем это теоретического значения. Многие исследования были проведены, чтобы понять и улучшить процесс абсорбции между паровым хладагентом и раствором. Наиболее распространенный тип поглотителя, используемого для системы LiBr / вода, - это абсорбция парового хладагента в падающую пленку раствора над охлаждаемыми горизонтальными трубками. В абсорбере этого типа в процессе абсорбции тепло одновременно снято с жидкой пленки. Следовательно, скорость поглощения увеличивается. Однако эта конструкция требует высокой скорости рециркуляции для достижения хорошей производительности. Другой известный подход, разработанный Rotex, - это абсорбция парового хладагента в жидкую пленку на охлаждаемых вращающихся дисках. Для данной площади поверхности скорость поглощения на вращающихся дисках намного больше, чем на обычной конструкции. Таким образом, размер поглотителя, используемого на основе этой конструкции, намного меньше, чем у обычной конструкции с падающей пленкой. Процесс поглощения внутри вращающегося барабана также был изучен. Для воды / NH₃ также предоставляется литература по конструкциям поглотителей [14].

3.14 Система однократного поглощения

Абсорбционная холодильная система с одним эффектом является самой простой и наиболее часто используемой конструкцией. Существуют две конструктивные конфигурации в зависимости от используемых рабочих жидкостей. На рисунок 8 показана система с одним эффектом, использующая энергонезависимую

										Лист
										39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.263.01 ПЗ					

мый абсорбент, такой как LiBr / вода. Высокотемпературное тепло, подаваемое в генератор, используется для испарения хладагента из раствора (отводится в окружающую среду в конденсаторе) и используется для нагреть раствор от температуры абсорбера (выбрасывать в окружающую среду на абсорбере). Таким образом, возникает необратимость, поскольку высокотемпературное тепло на генераторе теряется на абсорбере и конденсаторе. Чтобы уменьшить эту необратимость, вводится теплообмен раствора, как показано на рисунке 3.11.

Теплообменник позволяет предварительно нагревать раствор из абсорбера перед поступлением в генератор, используя тепло от горячего раствора, выходящего из генератора. Следовательно, COP улучшается, так как подвод тепла к генератору уменьшается. Кроме того, размер поглотителя может быть уменьшен, поскольку отводится меньше тепла. Экспериментальные исследования показывают, что COP может быть увеличен до 60% при использовании раствора теплообменника. Когда используется абсорбент летучести, такой как вода / NH₃, система требует дополнительного компонента, называемый «выпрямитель», который будет очищать хладагент перед входом в конденсатор. Поскольку используемый абсорбент (вода) является очень летучим, он будет испаряться вместе с аммиаком (хладагентом).

Без выпрямителя эта вода будет конденсироваться и накапливаются внутри испарителя, вызывая снижение производительности. Даже если наиболее распространенными рабочими жидкостями являются LiBr / вода и вода / NH₃ [14].

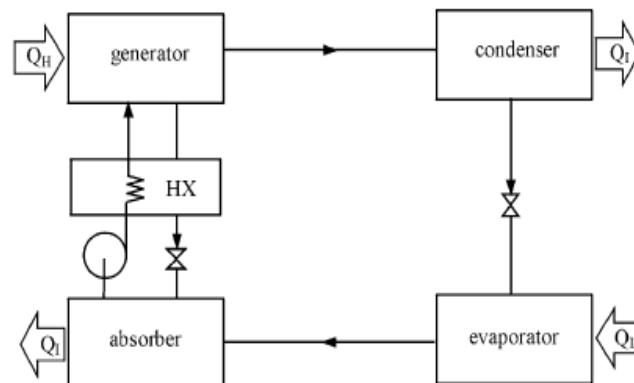


Рисунок 3.11- Одноэффектная холодильная система LiBr / водопоглощение с растворным теплообменником (HX), которая помогает уменьшить подвод тепла к генератору [14]

3.15 Двойной эффект, прямые установленные чиллеры поглощения

В абсорбционном холодильнике вода является хладагентом, а водный бромид лития (LiBr) является абсорбентом. Абсорбционные чиллеры с двойным эффектом прямого впрыска чаще всего используются сегодня из-за их более высокий коэффициент полезного действия. Двойной эффект означает, что есть два генератора. Прямое срабатывание означает, что подвод тепла подается к генератору с прямым запуском. Рисунок 3.12 схема абсорбционного чиллера прямого действия

с двойным эффектом. Двухступенчатый абсорбционный чиллер с прямым запуском состоит из 12 основных компонентов: испаритель, поглотитель, высокотемпературный генератор, низкотемпературный генератор, конденсатор, парожидкостный сепаратор, высокотемпературный теплообменник, низкотемпературный теплообменник, высокотемпературный насос для раствора, низкотемпературный насос для раствора, насос для хладагента и устройство дросселирования хладагента.

Испаритель и насос хладагента. Испаритель состоит из пучка труб, внешней оболочки, распылительных форсунок и водосточного желоба. Охлажденная вода течет внутри труб. Насос для хладагента распыляет жидкий хладагент через распылительные насадки на внешнюю поверхность пучка труб, чтобы увеличить скорость испарения. Водяной желоб расположен в нижней части испарителя, чтобы поддерживать определенный уровень жидкости для циркуляции. Высокий вакуум, обычно при давлении насыщенного пара 6,8 мм рт.ст (906 Па) Поддерживается для обеспечения температуры испарения около 42°F (5,6°C).

Насосы абсорбера и раствора. Поглотители представляют собой пучки труб с водяным охлаждением, внутри которых течет охлаждающая вода. В абсорбере испаренный хладагент, водяной пар, извлекается и поглощается концентрированным раствором LiBr, распыляемым из форсунок, так что в высоком вакууме 5 мм рт. ст. (666 Па) Можно поддерживать в поглотителе. Низкотемпературный насос для раствора повышает давление разбавленного раствора с 5 мм рт.ст (От 666 Па) До примерно 45-60 мм рт. ст. (От 6000 до 8000 Па) В низкотемпературном генераторе; и насос для высокотемпературного раствора поднимает давление частично сконцентрированного раствора с примерно 50 до 350-450 мм рт. ст. (6.7 от 46,7 до 60 кПа). Такое давление раствора LiBr является достаточным для преодоления падения давления в теплообменниках, трубах и фитингах труб. Теплообменники. Теплообменники иногда называют экономайзерами. Кожухотрубные или пластинчатые теплообменники обычно используются для большей эффективности. Существует два теплообменника: низкотемпературный теплообменник и высокотемпературный теплообменник.

В низкотемпературном теплообменнике тепло передается от смеси горячего раствора, выпускаемой из теплообменников, к холодному разбавленному раствору, прокачиваемому из абсорбера. В высокотемпературном теплообменнике тепло передается из горячего концентрированного раствора, отводимого из высокотемпературного генератора, в частично концентрированный раствор из низкотемпературного генератора. И то и другое Теплообменники сохраняют тепловую энергию и увеличивают коэффициент производительности абсорбционного чиллера.

Генераторы. В высокотемпературном генераторе, также называемом генератором прямого действия, тепло подается от горелки прямого действия к разбавленному раствору, а затем вода испаряется из решения. Парообразный хладагент поступает в низкотемпературный генератор и там конденсируется до жидкости. Скрытая теплота, выделяющаяся во время конденсации, затем используется для нагрева разбавленного раствора. Вода снова испаряется на низкотемпературном генераторе. Многие виды топлива могут быть использованы в горелке с прямым

											Лист
											41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

нагревом, например, природный газ, масло или пропан. Природный газ является наиболее широко используемым. В высокотемпературном генераторе имеется парожидкостный сепаратор, в котором водяной пар выпаривается из частично концентрированного раствора. Вместо подачи тепла от горелки с прямым зажиганием абсорбционные чиллеры могут использовать другие источники тепла, такие как промышленное отработанное тепло или тепло отработавших газов от двигателей или газовых турбин.

Конденсатор. Конденсатор представляет собой трубчатый пучок с водяным охлаждением, в котором течет охлаждающая вода. В конденсатор воду часто подают при температуре от 80 до 90°F (от 26,7 до 32,2°C). Водяной пар кипяченый выключенный из низкотемпературного генератора конденсируется до жидкости в конденсаторе, а жидкая вода, конденсированная внутри трубок низкотемпературного генератора, охлаждается до более низкой температуры в конденсаторе.

Дросселирующие устройства. Отверстия, ловители и клапаны часто используются в качестве дроссельных устройств для снижения давления хладагента и раствора. Пластина с отверстиями на линии жидкого хладагента действует как расширительный клапан между конденсатором и испарителем.

Абсорбционный чиллер с одним эффектом имеет только один генератор, а абсорбционный чиллер с двойным эффектом использует часть скрытой теплоты конденсации парового хладагента при низкой температуре генератор для усиления КС. Если в качестве источника тепла в абсорбционном чиллере с косвенным нагревом используется пар, совокупный COP котла, потери при транспортировке пара и теплопередача в высокотемпературном генераторе значительно ниже, чем в печи с прямым нагревом.

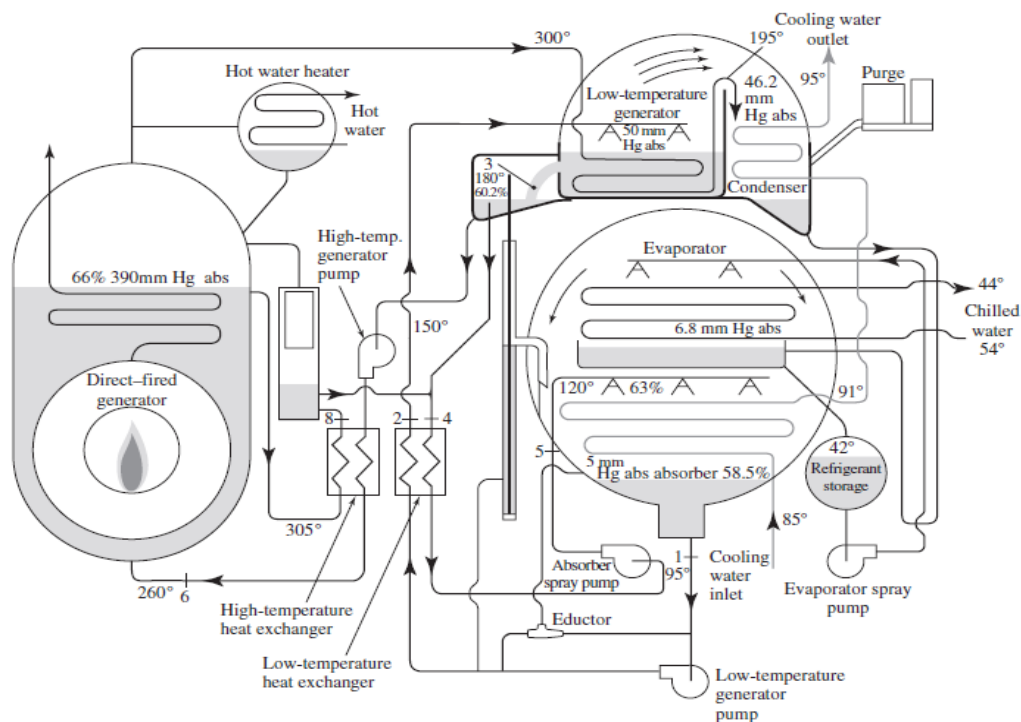


Рисунок 3.12- Абсорбционный чиллер с двойным эффектом и прямым параллельным потоком [6]

3.16 Блок очистки воздуха

Поскольку давление в испарителе, абсорбере и конденсаторе намного ниже атмосферного давления, воздух и другие неконденсируемые газы попадают в абсорбционную холодильную систему LiBr. Для удаления этих неконденсирующихся газов и поддержания необходимого давления, температуры и концентрации в абсорбционном холодильнике необходимо установить блок очистки воздуха. На рисунке 3.13 показан типичный блок продувки в абсорбционной холодильной системе LiBr. Такой блок как правило, состоит из продувочной камеры, для съема трубки, вакуумного насоса, электромагнитного клапана, и ручного запорного клапана. Когда неконденсирующиеся газы попадают в систему во время работы, они имеют тенденцию мигрировать в абсорбер, где давление является самым низким. Через приемную трубу неконденсирующиеся газы и определенное количество водяного пара поступают в камеру продувки из абсорбера. Водяной пар поглощается раствором LiBr, распыляемым над трубкой, и теплота поглощения удаляется охлаждающая вода внутри банка труб. Раствор, абсорбированный водяным паром, возвращается в абсорбер через ловушку для жидкости. Неконденсируемые газы периодически откачиваются из камеры вакуумным насосом, который повышает давление газа и выпускает газы в наружную атмосферу. В дополнение к установке для продувки воздухом, палладиевые элементы должны непрерывно удалять небольшое количество газообразного водорода, образующегося во время коррозии, поскольку тонкие мембраны из нагретого палладия проницаемы только для газообразного водорода [6].

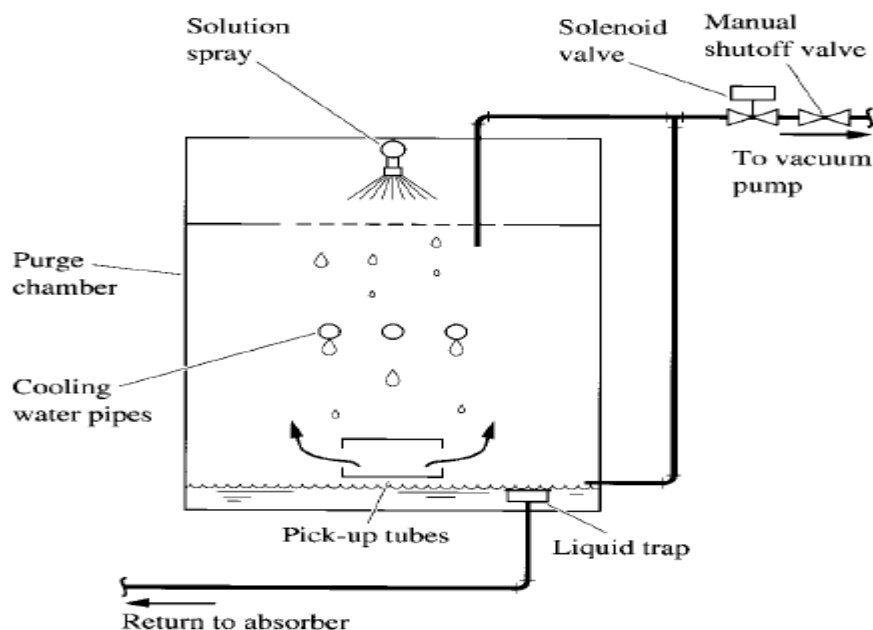


Рисунок 3.13- Блок продувки в абсорбционном холодильнике с бромидом лития [6]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

Лист

43

4 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ НА БАЗЕ КОНДИЦИОНЕРА И СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА

4.1 Постановка задачи исследования

В этой главе мы спроектируем систему охлаждения для жилого здания, расположенного в городе Наджаф в Ираке, который опирается на кондиционирование воздуха путем расчета и проектирования абсорбционной системы охлаждения, а также выбирать солнечного коллектора с целью обеспечения к Система абсорбции с горячей водой. Как мы упоминали ранее, солнечная энергия является практическим решением для этого города, поскольку она содержит широкий спектр солнечной радиации, так как город Наджаф очень горячий, поэтому вам нужны адекватные системы охлаждения, и эти устройства приведут к дополнительной нагрузке на электрическую сеть. Большинство зданий в Наджафе по площади варьируются от 100 м² до 200 м². Таким образом, в нашем исследовании этот образец был взят из здания площадью 150 м² и населяют четыре человека. В начале вы рассчитываете нагрузку на охлаждение здания с точки зрения количества людей, утепляющих и проводящих тепло для стен и потолков, а также существующих устройств и соответствующей вентиляции, и температурного комфорта, есть много способов и различных способов расчета нагрузки на охлаждение, основанных на пути ASHRE в расчете охлаждающей нагрузки, как показано ниже, где он навязывал проектные данные, так как это удобно для людей, находящихся в здании. Небольшое здание, что было необходимо создания такого рода системы охлаждения показано на рисунке 4.2, все данные в миллиметрах и все стены каменные и окно с двойным остеклением и его 13% от области стенки и высота стены (3 м), число людей, живущих в здании 4, здание окружено другими здание, кроме (восток) стороны.

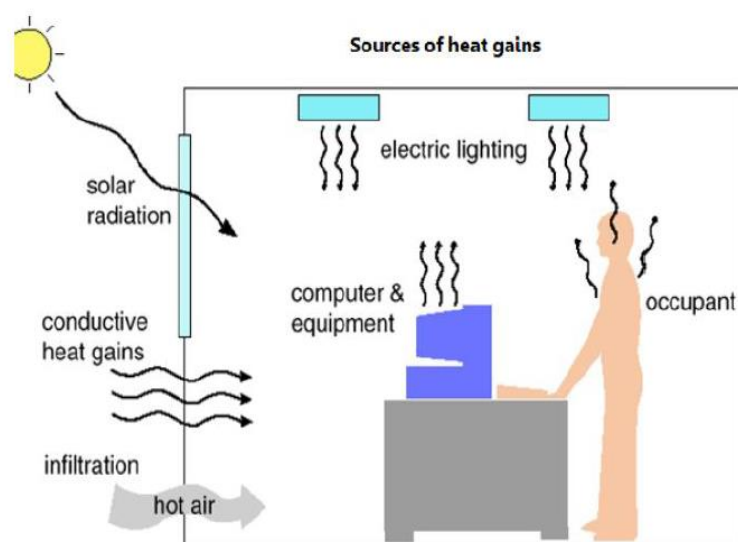


Рисунок 4.1- Коэффициент усиления источника тепла [35]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

Лист

44

4.2 Расчёт нагрузок кондиционера

На рисунке 4.2 представлен план здания.

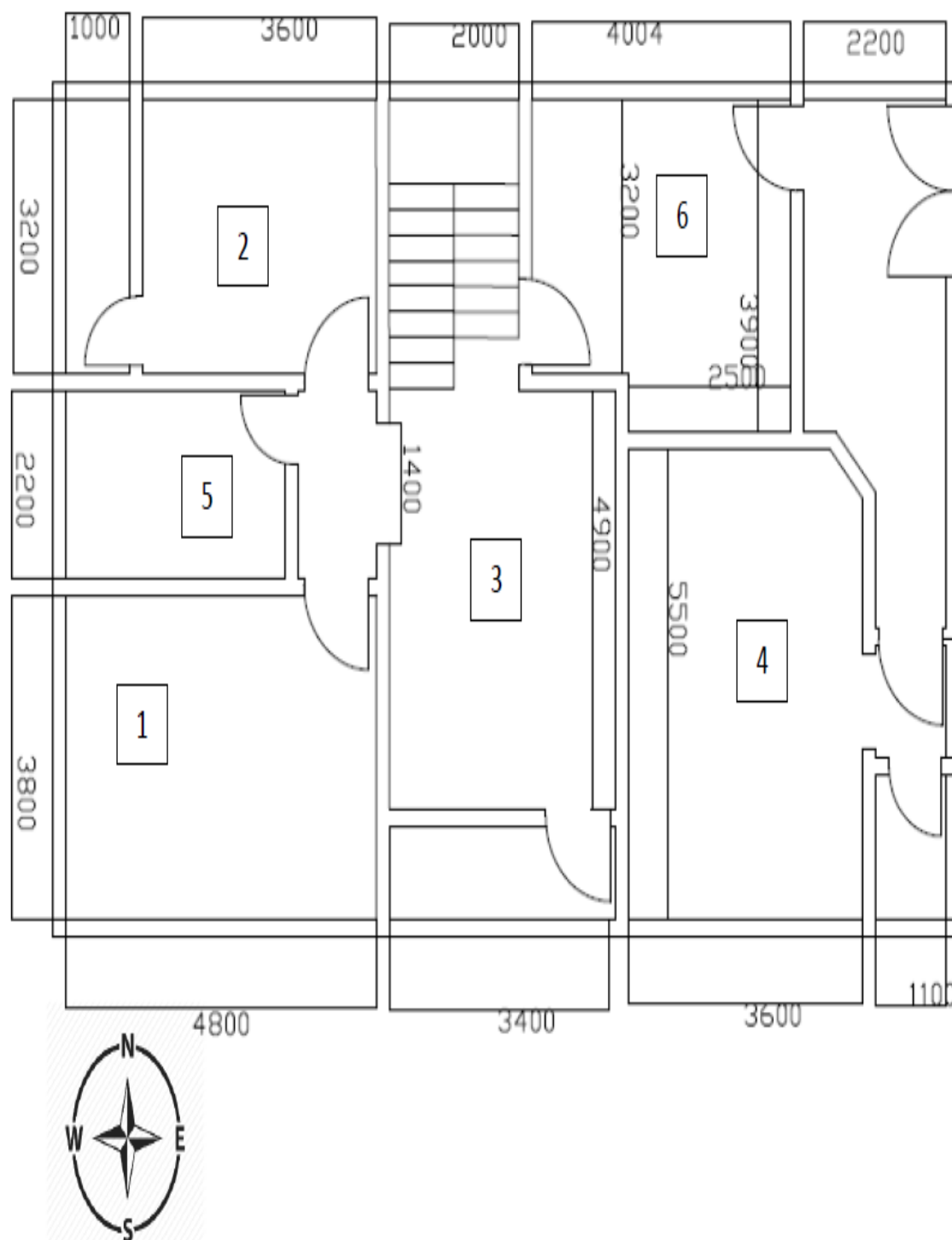


Рисунок 4.2 – План здания, мм:
1- Спальня 1; 2 - Спальня 2; 3 – Холл; 4 – Приемная;
5 – Ванная; 6 – Кухня

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

Лист

45

4.2.1 Нагрузка системы охлаждения

Скорость, с которой тепло должно отводиться из помещения для поддержания температуры и влажности воздуха на проектных значениях. Основные условия притоки / Потери тепла указаны на Рисунке 4.3.

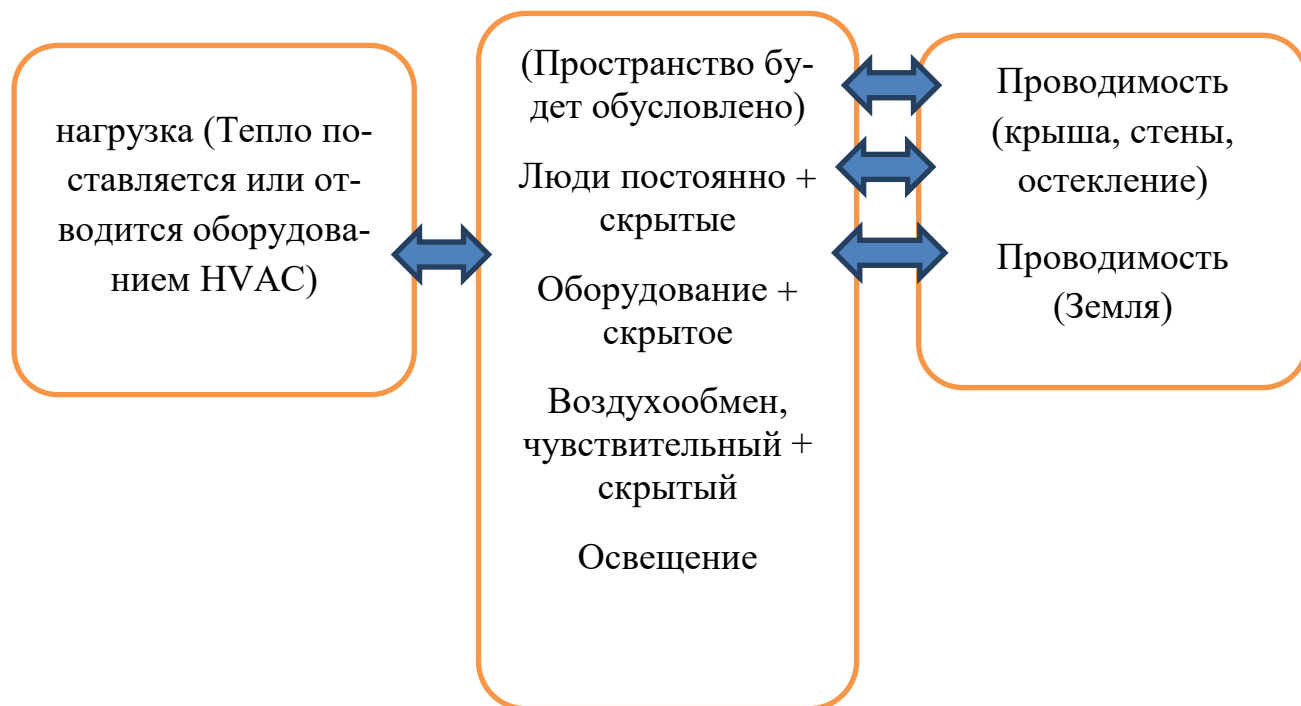


Рисунок 4.3- Основные условия Притоки / Потери тепла указаны [35]

В таблице 4.1 представлены условия проектирования (Тепловой комфорт)

Таблица 4.1- Условия проектирования (Тепловой комфорт)

Относительная влажность, (φ)%	Температура сухого термометра, db(c°)	Температура влажного термометра wb(c°)	
50	24	19	внутри
15	45	23	снаружи

В таблице 4.2- представлен Алгоритм расчета нагрузки охлаждения.

Таблица 4.2 - Алгоритм расчета нагрузки охлаждения

1	2
Проводимость через крышу Проводимость через наружные стены Проводимость через окна	$Q_{\text{окна}} = U_{\text{окна}} * A_{\text{окна}} * CLTD$ $Q_{\text{стены}} = U_{\text{стены}} * A_{\text{стены}} * CLTD$ $Q_{\text{Крыша}} = U_{\text{крыша}} * A_{\text{Крыша}} * CLTD$ где U: общий коэффициент теплопередачи A: площадь CLTD: разница температур охлаждающей нагрузок [32]
Солнечный нагрев через стекло	$Q = A * SC * SCL$ A: площадь стекла SC: коэффициент затенения SCL: нагрузка солнечного охлаждения SCL: коэффициент, используемый для оценки скорости, с которой солнечная тепловая энергия излучается непосредственно в пространство, нагревает поверхность и предметы интерьера, а затем выделяется в пространство в качестве ощутимого прироста тепла [32]
люди	$Q_s = \text{ЧИСЛО} * \text{ощутимый прирост тепла на человека} * CLF$ $Q_L = \text{ЧИСЛО} * \text{скрытый прирост тепла на человека}$ CLF: коэффициент нагрузки охлаждения, способность пространства поглощать и накапливать тепло [32]
Освещение	$Q = \text{ватт} * \text{балластный фактор} * CLF$ Балластный фактор = 1,2 для флуоресцентного освещения Коэффициент балласта = 1,0 для лампы накаливания CLF = 1, где свет постоянно включен
Оборудование	$Q_s = Q_{in} * Fu * Fr * CLF$ $Q_L = Q_{in} * Fu$ Вопрос в: энергия прибора Fu: коэффициент использования Fr: коэффициент излучения CLF: коэффициент нагрузки охлаждения, по часу занятости [32]
вентиляция	$Q_s = 1,08 * CFM * (t_o - t_{in})$ $Q_L = 4840 * CFM * (w_o - w_i)$ CFM: скорость вентиляции. T _o : Наружная температура сухой колбы T _{in} : температура сухой колбы воздуха, выходящего из змеевика охлаждения W _o : коэффициент наружной влажности W _c : коэффициент влажности воздуха, выходящего из охлаждающей катушки
Инфильтрация	$Q_s = 1210 * CMF * (t_o - t_{in})$ $Q_L = 3010 * CMF * (w_o - w_i)$ CMF: скорость потока инфильтрационного воздуха [301]

1	2
Общая холодопроизводительность для небольшого дома в соответствии с этой процедурой и в зависимости от конструкции здания будет	19325 кВт

Расчетный коэффициент запаса до (15%) от общей нагрузки для покрытия непредвиденных тепlopоступлений. Таким образом расчетная нагрузка на охлаждение жилого здания в летний период составила 22,228 кВт. Анализируя результаты расчетов предлагается использование для системы тепло и хладоснабжения жилого здания энергии солнца с использованием солнечного коллектора проектной мощностью 23 кВт с учетом небольшого запаса.

В таблице 4.3- представлены результаты расчета охлаждения нагрузки в соответствии с выше приведенными формулами.

Таблице 4.3- Результаты расчета охлаждения нагрузки

Помещения	Q _T (ватт)	(Q +0.15*Q) (ватт)
1	2735	3146
2	2443	2809
3	3409	3920
4	3591	4130
6	7147	8223
ИТОГО	19325	22228

Выбираем чиллер поглощения горячей воды с одинарным эффектом SYDHL 23 кВт.

4.3 Расчет площади солнечного коллектора

Оценка потребной площади солнечного коллектора в солнечной системе кондиционирования воздуха может быть сделана с использованием оценочного подхода. Требуемая площадь коллектора на холодопроизводительность определяется (4.1):

- 1) Падающее солнечное излучение для Ирака (I) = 1 кВт / м²
- 2) КПД типового промышленного солнечного коллектора (η) = 0,7
- 3) КПД чиллер летом (ε_A) = 0,7

$$A = \frac{1}{1 * \epsilon_A * \eta} \quad (\text{м}^2 / \text{кВт}) \quad (4.1)$$

$$\frac{1}{1 * 0,7 * 0,7} = 2.04 \text{ м}^2 \text{ на кВт}$$

Для чиллеров с поглощением 23 кВт суммарная площадь плоских коллекторов составит $23 * 2.04 = 47 \text{ м}^2$.

Плоский коллектор состоит из коллектора, абсорбера, теплоизоляции и прозрачной крышки. Плоские коллекторы используют как лучевую, так и рассеянную солнечную радиацию, не требуют отслеживания солнца, низкие эксплуатационные расходы, недорогие и механически простые (рисунки 4.4 и 4.5).

Солнечное излучение поступает в коллектор через прозрачную крышку и достигает поглотителя. Здесь поглощенное излучение преобразуется в тепловую энергию. Хорошая теплопроводность необходима для передачи собранного тепла от листа поглотителя к трубам поглотителя, где тепло окончательно передается жидкости.

Обычно в качестве теплоносителя используется водно-гликолевая смесь с антикоррозийными добавками. Жидкость также защищает коллектор от замерзания [9].



Рисунок 4.4- Плоские коллекторы в здании [9]

1. Выбираемое покрытие
2. Абсорбер
3. Трубка
4. Изоляция
5. Задняя панель
6. Коллектор
7. Рамка
8. Прозрачная крышка

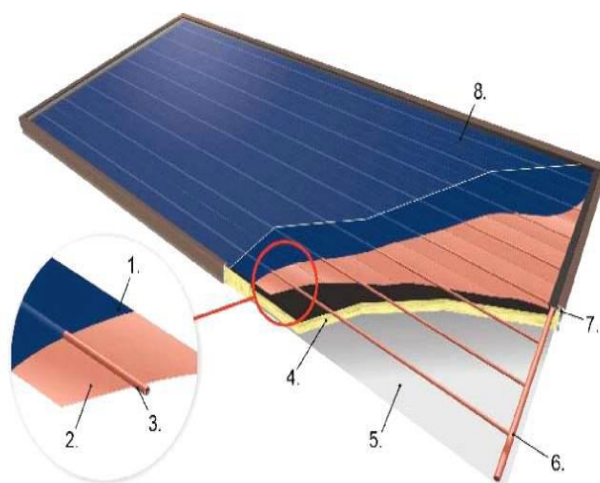


Рисунок 4.5- Базовый плоский коллектор для применений до 80 °С [9]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

Лист

49

Таким образом общая площадь солнечных коллекторов составит 47 м² с расположением их на крыше жилого здание под углом в 36 градусов к горизонту. Выбираем 22 солнечных коллектора марки FP-GV2.15, характеристика которого представлена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 –Технические характеристики для коллектора FP-GV2.15 [31]

Техническим характеристика	Модель FP-GV2.15. , Марк(srcc)
Размер L * W * H (мм)	2050*1050*95
Площадь (м ²)	2.15
Площадь внутрененного теплообменника (м ²)	1.963
Материал крышки	Закаленное стекло 3.2 мм
Вес	38 кг
Материал амортизатора	Алюминий
Обработка поверхности	Напыление
Материал трубок	Медь TP2
Размер	Диаметр 22 мм * 0.8 мм/2 шт.
Размер	Диаметр 8 мм * 0.75 мм/8 шт
Макс.мощность = 1000 Вт/м ² коллектор	1.52 кВт
Тепловая эффективность	Диаметр 22 мм * 0.8 мм/2 шт.
Максимальная температура коллектора для условия окружающей среды 1000 Вт/м ² и 30 °С	Диаметр 8 мм * 0.75 мм/8 шт
Тест/Рабочие мощность	1.52 кВт
Изоляционный материал/толщина	Диаметр 22 мм * 0.8 мм/2 шт.
Рамка	Диаметр 8 мм * 0.75 мм/8 шт
Задняя пластина, мощность	1.52 кВт
Уплотнительные прокладки	Диаметр 22 мм * 0.8 мм/2 шт.

4.4 Расчет абсорбционной холодильной машины с термодинамическим анализом и расчёт нагрузок горячего водоснабжения

4.4.1 Термодинамический анализ системы

Включает в себя поиск таких важных параметров, как энтальпия, массовый расход, соотношение потоков, тепло- и массообменов для всей системы, чтобы в конечном итоге рассчитать систему Коэффициент производительности (COP). Эти значения затем используются для проектирования системы. Сначала был получен некоторый набор термодинамических уравнений в терминах массовых расходов и энтальпии пуем применения баланса массы и энергии для каждого компонента. Затем в уравнениях подставляются фактические системные условия, такие как температура, давление, энтальпия, чтобы, наконец, получить значение (COP) для системы. Термодинамический анализ системы выполняется со следующими предположениями:

					13.04.01.2020.263.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

1. Устойчивое состояние и постоянный поток
2. Отсутствие перепадов давления из-за трения
3. Только чистый хладагент закипит в генераторе.

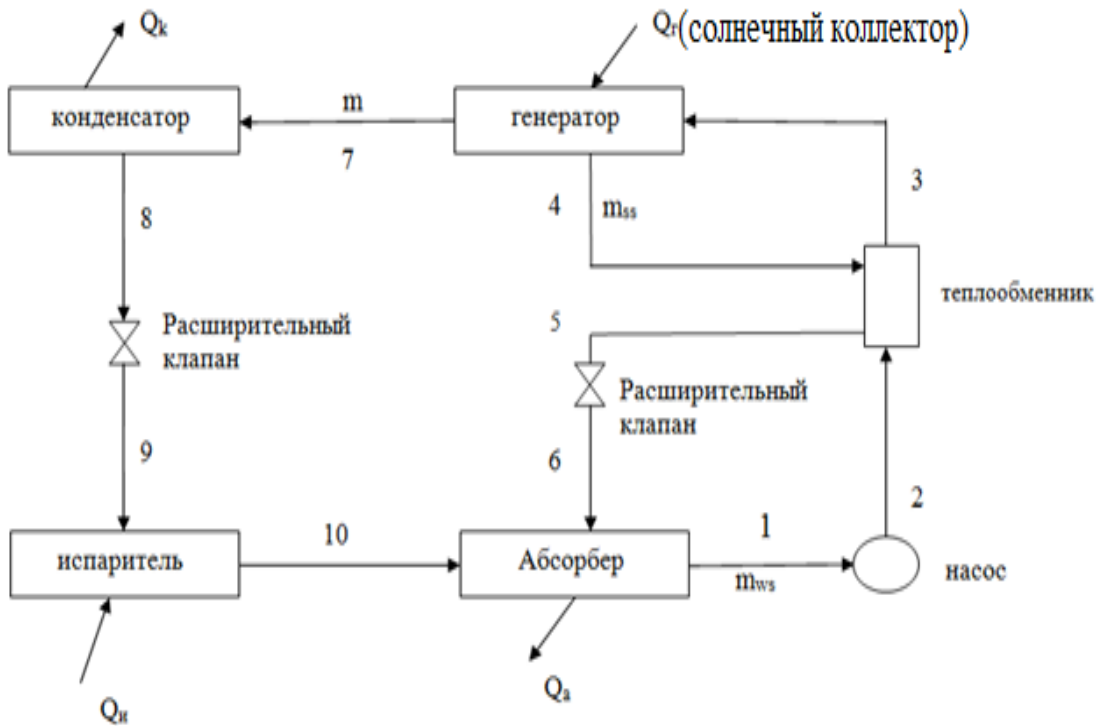


Рисунок 4.6- Блок-схема системы охлаждения абсорбция паром [31]

m = массовый расход хладагента, кг / с

m_{ss} = массовый расход сильного раствора, кг / с

m_{ws} = массовый расход слабого раствора, кг / с

Тепловой баланс (Q) и масса (m) для каждого компонента:

Конденсатор

$$m_7 = m_8 = m \quad (4.2)$$

$$Q_k = m (h_7 - h_8), \text{ кДж / с} \quad (4.3)$$

Расширительный клапан

$$m_8 = m_9 = m \quad (4.4)$$

$$h_8 = h_9 \text{ (изоэнтальпический), кДж / кг} \quad (4.5)$$

Испаритель

$$m_9 = m_8 = m \quad (4.6)$$

$$Q_{ii} = m (h_{10} - h_9), \text{ кДж / с} \quad (4.7)$$

Абсорбер

От общего массового баланса

$$m + m_{ss} = m_{ws} \quad (4.8)$$

отношение циркуляции

$$f = m_{ss} / m \quad (4.9)$$

Следовательно,

$$m_{ws} = (1 + f) m \quad (4.10)$$

От массового баланса чистой воды

$$m + (1 + \xi_{ss}) m_{ss} = (1 + \xi_{ws}) m_{ws} \quad (4.11)$$

Решая для f , получим,

$$f = \xi_{ws} / (\xi_{ss} - \xi_{ws}) \quad (4.12)$$

а также

$$Q_a = m h_{10} + f m h_6 - (1 + f) m h_1, \text{ кДж/с} \quad (4.13)$$

Насос для раствора

$$m_1 = m_2 = m_{ws} \quad (4.14)$$

$$W_p = (1 + f) m V_{sol} (p_c - p_E) \text{ кДж/с} \quad (4.15)$$

Где V_{sol} . удельный объем раствора, который может быть принятым равным $0,00055 \text{ м}^3 / \text{кг}$.

Теплообменник раствора

$$m_2 = m_3 = m_{ws} \quad (4.16)$$

$$m_4 = m_5 = m_{ss} \quad (4.17)$$

$$Q_{тр.} = (1 + f) m (h_3 - h_2) = f m (h_4 - h_5), \text{ кДж/с} \quad (4.18)$$

Генератор

$$m_3 = m_4 + m_7 \quad (4.19)$$

Вход тепла в генератор,

$$Q_G = m h_7 + f m h_4 - (1 + f) m h_3, \text{ кДж/с} \quad (4.20)$$

Коэффициент эффективности (сop):

В этой системе чистый охлаждающий эффект представляет собой тепло, поглощаемое хладагентом в испарителе. Полная энергия, подаваемая в систему, представляет собой сумму работы, выполняемой насосом и теплом, подаваемым в генератор.

Таким образом, коэффициент эффективности (сop) системы определяется по формуле (сop) = тепло, поглощаемое в испарителе / (работа, выполняемая насосом + теплоснабжение в генераторе) или

$$сop = Q_{и} / (Q_G + W_{н}) \quad (4.21)$$

При пренебрежении работой насоса

$$сop = Q_{и} / Q_G \quad (4.22)$$

является выражением для коэффициента эффективности (сop) системы.

4.4.2 Математические расчеты для каждого компонента

Рабочие температуры и давления. Наиболее благоприятные рабочие температуры для системы литиево-бромистого и водяного охлаждения с одним эффектом (для значения сop от 0,7 до 0,9) находятся в пределах:

температура горячего вождения = (80-100) °С

температура генератора, $T_g = (55-90) \text{ °С}$

температура конденсатора, $T_c = (24- 46) \text{ °С}$

абсорбционная температура, $T_a = (16- 32) \text{ °С}$

температура испарителя, $T_e = (5 -15) \text{ °С}$

температура охлаждающей воды на входе = (25-35) °С

Выбранные рабочие температуры:

температура горячего вождения= 90 °С

температура генератора, $T_g = 68$ °С

температура конденсатора, $T_c = 36$ °С

абсорбционная температура, $T_a = 24$ °С

температура испарителя, $T_e = 6$ °С

температура на входе охлажденной воды $T_{ch_{in}} = 7$ °С

температура на выходе охлажденной воды $T_{ch_{out}} = 12$ °С

температура охлаждающей воды на входе в абсорбер =29 °С

температура охлаждающей воды на выходе в абсорбер =32 °С

температура охлаждающей воды на выходе в конденсатор =34 °С

Рабочие давления могут быть известны в соответствии с температурами. Скажем, например, давление насыщения для конденсации в конденсаторе при 36°С можно получить из таблиц пара и равно 5,94 кПа. Также 1 кпа = 7,5006 мм (Hg). Поэтому 5,94 = 45 мм (Hg), что также равно давлению генератора, поскольку конденсатор и генератор работают при одинаковом давлении.

Теперь давление насыщения для насыщенных паров, образующихся в испарителе при температуре 6°С, снова можно получить из таблицы пара, которая составляет 0,935 или 7 мм (Hg), которая также будет равна давлению абсорбера, поскольку обе работают под одним и тем же давлением.

Мощность системы или холодильный эффект при ($Q_{и}$) = 23 кВт.

Энтальпия чистой воды и паров перегретой воды при любой температуре может быть определена из диаграмм.

Энтальпии растворов рассчитывают по диаграмме LiBr-вода-температура-концентрация-энтальпия (P-T-ξ-h).

Полученные результаты приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5- Концентрации энтальпий-давление-температура-концентрация Li-Br-H₂O

Номер	Температура °С	Давление кпа	Энтальпия кДж/кг	Концентрация ξ
1	24	0,935	46	0,47
2	24	5,94	46	0,47
3	40	5,94	79	0,47
4	68	5,94	150	0,55
5	24	5,94	46	0,55
6	24	0,935	46	0,55
7	68	5,94	2623,5	-
8	34	5,94	150,74	-
9	34	0,935	150,74	-
10	6	0,935	2512,6	-

На рисунке 4.7 представлена диаграмма зависимости давления и температуры от концентрации LiBr-вода-энтальпия.

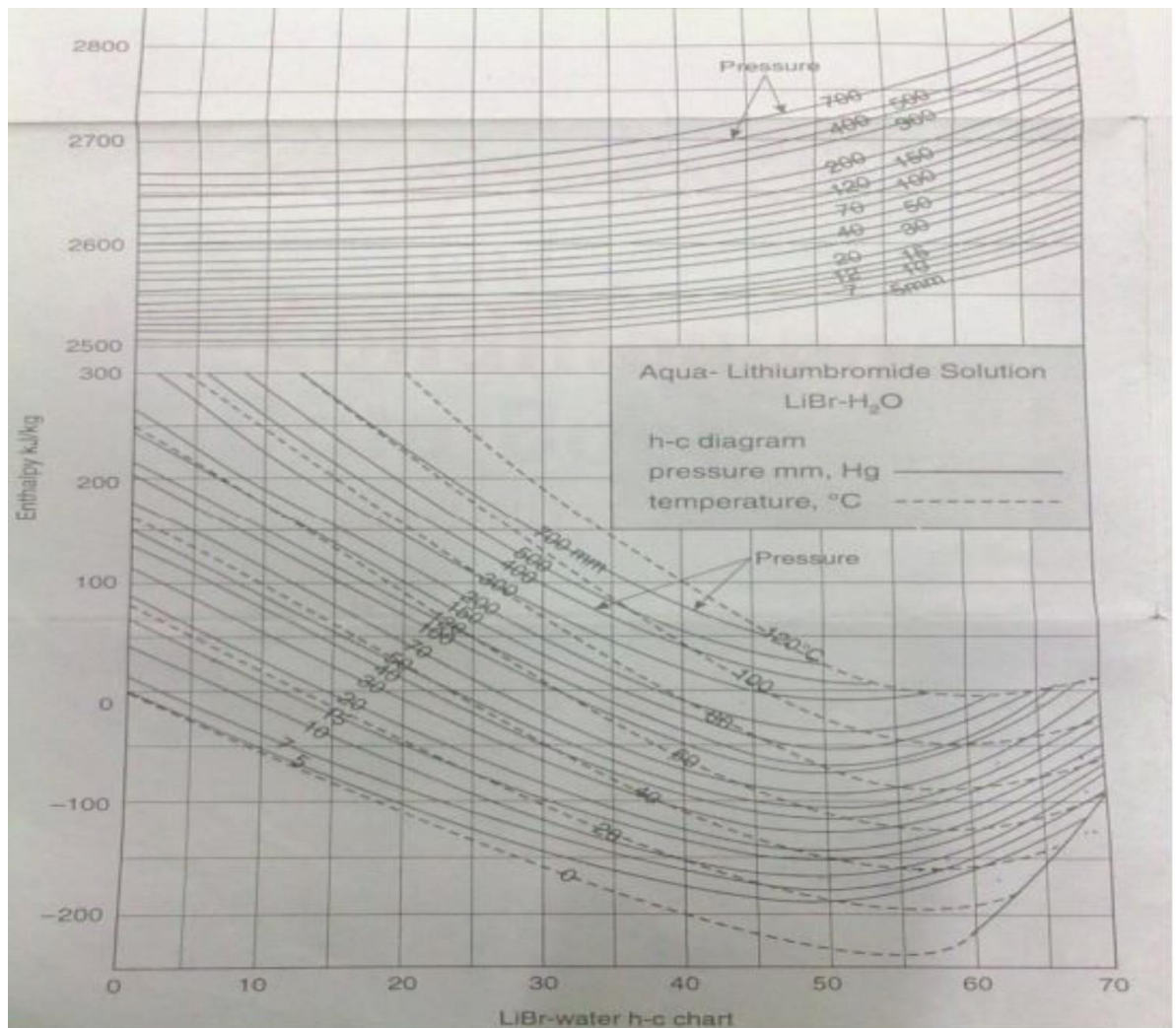


Рисунок 4.7- Диаграмма зависимости давления и температуры от концентрации LiBr-вода-энтальпия [31]

Получение переноса тепла для каждого компонента:

Испаритель: применение энергетического баланса

$$Q_{и} = \text{Холодильный эффект} = 23 \text{ кВт} = m (h_{10} - h_9) \quad (4.23)$$

Массовый расход хладагента

$$m = 23 / (2512,6 - 150,74) = 0,0097 \text{ кг / с}$$

Теперь коэффициент циркуляции,

$$f = \xi_{ws} / (\xi_{ss} - \xi_{ws}) \quad (4.24)$$

$$f = 0,47 / (0,55 - 0,47) = 5,875$$

Следовательно,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

$$m_{ss} = f * m \quad (4.25)$$

И

$$m_{ss} = 5,875 * 0,0097 = 0,0569 \text{ кг / с}$$

$$m_{ws} = (1 + f) m \quad (4.26)$$

$$m_{ws} = (1 + 5,875) * 0,0097 = 0,0667 \text{ кг / с}$$

Абсорбер: применение энергетического баланса

$$Q_A = m h_{10} + m_{ss} h_6 - m_{ws} \quad (4.27)$$

$$Q_A = (0,0097 * 2512,6) + (0,0569 * 46) - (0,0667 * 46)$$

$$Q_A = 23,92 \text{ кВт}$$

Конденсатор

$$Q_k = m (h_7 - h_8) \quad (4.28)$$

$$Q_k = 0,0097 * (2623,5 - 150,74)$$

$$Q_k = 24 \text{ кВт}$$

Генератор

$$Q_G = m h_7 + m_{ss} h_4 - m_w \quad (4.29)$$

$$Q_G = (0,0097 * 2623,5) + (0,0569 * 150) - (0,0667 * 79)$$

$$Q_G = 28,71 \text{ кВт}$$

$$C_{op} = Q_{II} / Q_G \quad (4.30)$$

$$C_{op} = 23 / 28,71 = 0,80$$

Нагрузок горячего водоснабжения:

$$Q_G = m * c_p * \Delta t \quad (4.31)$$

$$m = 28,71 / 4,19 * (90 - 68)$$

$$m = 0,311 \text{ кг / с (масса горячей воды)}$$

$$Q_{II} = m * c_p * \Delta t \quad (4.32)$$

$$m = 1,09 \text{ кг / с (масса охлажденной воды)}$$

$$Q_A = m * c_p * \Delta t \quad \Delta t = 32 - 29 = 3 \quad (4.33)$$

$$m = 1,9 \text{ кг / с (масса охлаждающей воды в абсорбер)}$$

$$Q_k = m * c_p * \Delta t \quad \Delta t = 34 - 32 = 2 \quad (4.34)$$

$m = 2,86 \text{ кг / с}$ (масса охлаждающей воды в конденсатор)

В этом случае был применен метод расчета, основанный на простых аналитических данных, которые связывают термодинамическую переменную пары $\text{H}_2\text{O-LiBr}$ жидкости. Аналитическая процедура может быть выполнена для системы.

Также будет вычислен расчет (COP) для проектирования и (COP) системы для различных параметров будет рассчитываться как 0,80.

Из результатов, полученных при увеличении температуры генератора, (COP) уменьшается. Следующие параметры влияют на производительность системы.

Результаты показаны в таблице 4.6

номер	элементы	теплопередача расхода	значение кВт
1	Испаритель	$Q_{\text{и}}$	23
2	Абсорбер	$Q_{\text{А}}$	23,92
3	Конденсатор	$Q_{\text{к}}$	24
4	Генератор	$Q_{\text{Г}}$	28,71

На системную температуру сильно влияет (COP) системы. Изучено влияние таких параметров, как температура конденсатора, генератора, абсорбента и испарителя на систему (COP).

Результаты показали, что все эти четыре параметра сильно влияют на значение (COP).

выбираем абсорбционный чиллер один эффект горячей воды 23 кВт марки SYDHL

4.5 Компоненты абсорбционного цикла

Четырьмя основными компонентами абсорбционного холодильного цикла являются генератор и конденсатор на стороне высокого давления, а испаритель и абсорбер на стороне низкого давления, как показано на рисунке 4.8. Давление на стороне высокого давления в системе примерно в десять раз больше, чем на стороне низкого давления. Рабочие условия, используемые в этом разделе, являются приблизительными и могут изменяться в зависимости от нагрузки и температуры охлаждающей воды.

Absorption Refrigeration Cycle

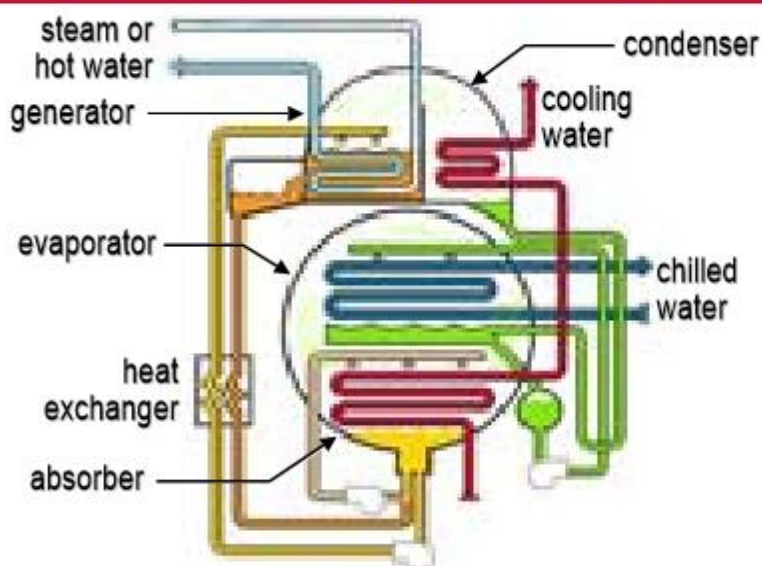


Рисунок 4.8- Компоненты абсорбционного холодильного цикла [36]

На рисунке 4.9 показана точка кипения воды.

Boiling Point of Water

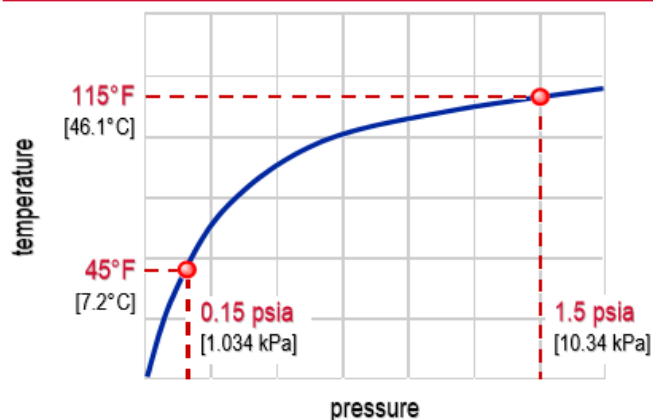


Рисунок 4.9- Точка кипения воды [36]

При данном давлении температура, при которой жидкость будет кипеть в паре, является той же самой температурой, при которой пар будет конденсироваться обратно в жидкость. Эта кривая иллюстрирует давление и соответствующие температуры, при которых вода (хладагент) кипит и конденсируется.

При атмосферном давлении (14,7 фунтов на кв. Дюйм (101,3 кПа) вода кипит и испаряется при 212 °F [100 °C]. Когда давление уменьшается, вода кипит при более низкой температуре. При более низком давлении меньше силы давления на молекулы воды, что позволяет им легче отделиться.

Как и в холодильном цикле со сжатием паров, это изменение давления позволяет температуре испарителя быть достаточно низкой, чтобы хладагент поглощал тепло от охлаждаемой воды. Аналогично, это позволяет температуре конденсатора быть достаточно высокой, чтобы хладагент отводил тепло в воду при обычно доступных температурах. Внутри испарителя давление очень низкое, в этом примере 0,15 фунт / кв. дюйм [1,034 кПа], так что хладагент кипит при 45 °F [7,2 °C]. Однако в конденсаторе давление намного выше (1,5 фунта / кв. Дюйм [10,34 кПа]), так что хладагент конденсируется при 115 °F [46,1 °C], как показано на рисунке 4.

Генератор

Начиная со стороны высокого давления цикла, целью генератора является подача паров хладагента в остальную часть системы, как показано на рисунке 4.10. Это достигается путем отделения воды (хладагента) от раствора бромида лития и воды. В генераторе высокотемпературный источник энергии, обычно пар или горячая вода, протекает через трубки, которые погружены в разбавленный раствор хладагента и абсорбента. Раствор поглощает тепло от более теплого пара или воды, в результате чего хладагент закипает (испаряется) и отделяется от абсорбирующего раствора. По мере того как хладагент выпаривается или «генерируется», абсорбирующий раствор становится более концентрированным. Концентрированный абсорбирующий раствор возвращается в абсорбер, а пары хладагента мигрируют в конденсатор охладителя.

Физически генератор и конденсатор находятся внутри одной оболочки. Давление в секции конденсатора меньше, чем давление в секции генератора.

Это связано с тем, что температура охлаждающей воды, протекающей через трубки конденсатора, меньше, чем температура пара или горячей воды, протекающей через трубки генератора.

Generator

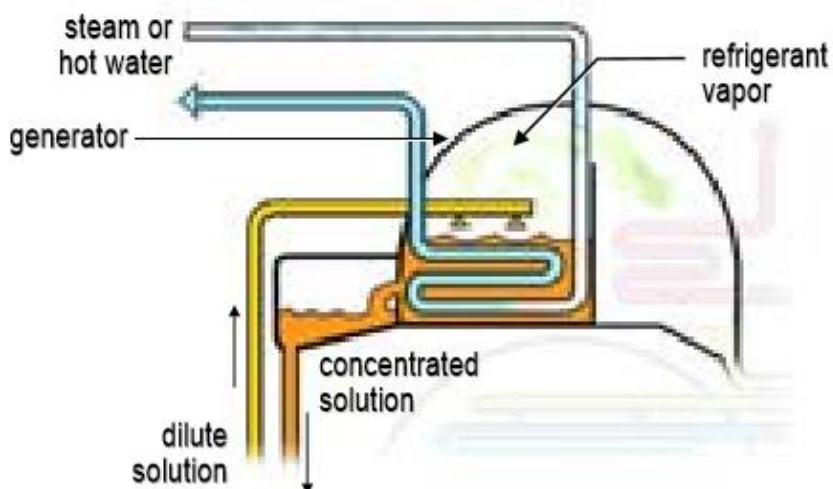


Рисунок 4.10- Генератор абсорбционного цикла [36]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

Лист

58

Конденсатор

Внутри конденсатора охлаждающая вода течет по трубам, а горячий пар хладагента заполняет окружающее пространство. Когда тепло передается от паров хладагента к воде, хладагент конденсируется на поверхностях труб. Конденсированный жидкий хладагент накапливается в нижней части конденсатора перед перемещением в расширительное устройство, как показано на рисунке 4.11. В абсорбционных водоохладителях система охлаждающей воды обычно соединяется с градирней.

Condenser

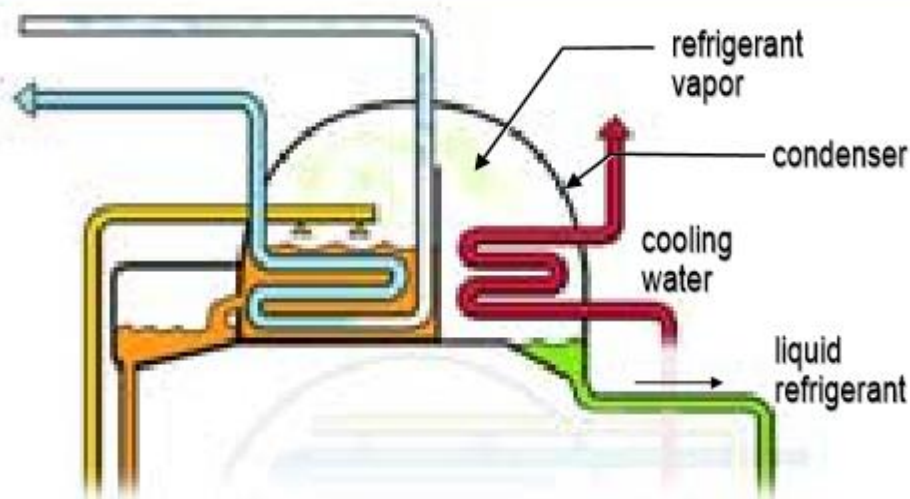


Рисунок 4.11- Конденсатор абсорбционного цикла [36]

Устройство расширения

Из конденсатора жидкий хладагент проходит через расширительное устройство в испаритель. Расширительное устройство используется для поддержания перепада давления между сторонами высокого давления (конденсатор) и низкого давления (испаритель) холодильной системы. В этом примере расширительное устройство представляет собой дроссельную трубу, которая представляет собой длинный участок трубы с ограничением в отверстии, как показано на рисунке 4.12.

Это создает жидкое уплотнение, которое разделяет стороны высокого и низкого давления цикла. Когда жидкий хладагент под высоким давлением протекает через расширительное устройство, он вызывает падение давления, которое снижает давление хладагента до давления испарителя.

Это снижение давления приводит к тому, что небольшая часть жидкого хладагента выкипает или «вспыхивает», охлаждая оставшийся хладагент до желаемой температуры испарителя. Охлажденная смесь жидкости и парообразного хладагента затем поступает в поддон испарителя [36].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

Лист

59

Expansion Device

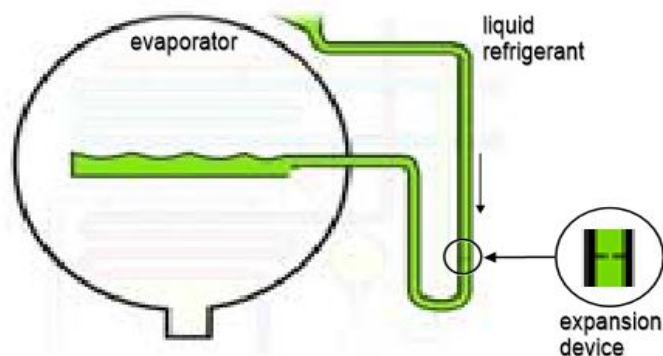


Рисунок 4.12- Устройство расширения [36]

Испаритель

Внутри испарителя через трубы протекает относительно теплая возвратная вода из системы охлажденной воды. Насос испарителя вытягивает жидкий хладагент из нижней части испарителя и непрерывно циркулирует его для распыления по поверхности трубы, как показано на рисунке 4.13.

Это максимизирует теплопередачу. Когда тепло передается от воды к охлаждающему жидкому хладагенту, хладагент кипит (испаряется), и образующийся пар хладагента попадает в абсорбер более низкого давления. Физически испаритель и поглотитель находятся внутри одной оболочки.

Evaporator

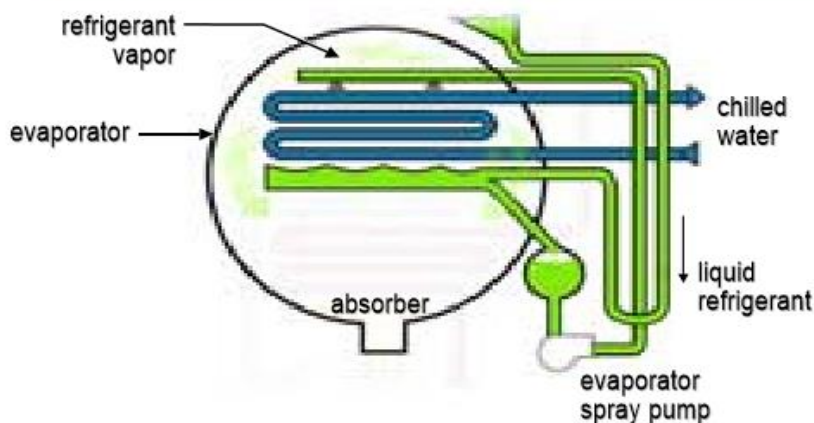


Рисунок 4.13- Испаритель [36]

Абсорбер

Внутри абсорбера пары хладагента поглощаются раствором бромида лития. По мере поглощения паров хладагента он конденсируется из пара в жидкость, выделяя тепло, которое он приобрел в испарителе. Это тепло вместе с теплом, генерируемым в процессе абсорбции, отводится в охлаждающую воду, которая

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

Лист

60

циркулирует через пучок поглотителя, как показано на рисунке 4.14. Поглощение паров хладагента создает область низкого давления внутри абсорбера. Это более низкое давление, наряду со сродством абсорбента к воде, вызывает непрерывный поток паров хладагента из испарителя. Максимальная площадь поверхности обеспечивается путем распыления раствора на пучок труб. Это также обеспечивает максимальный теплообмен с охлаждающей водой. Насос-распылитель абсорбера смешивает концентрированный раствор абсорбента (поступающий из генератора) с разбавленным раствором (со дна абсорбера) и доставляет этот промежуточный раствор в распылители абсорбера. Есть две причины для использования промежуточного раствора, а не концентрированного раствора в распылителях поглотителя. Во-первых, для эффективного смачивания трубки требуется большее количество раствора, чем доступно от генератора. Поэтому разбавленный раствор смешивают с концентрированным раствором, чтобы увеличить общее количество раствора, распыляемого на поверхности трубки. Во-вторых, если бы концентрированный раствор распылялся непосредственно на пучок трубок абсорбера, он подвергся бы температурам, которые могли бы привести к его кристаллизации (затвердеванию бромидной соли). Поэтому концентрацию уменьшают, смешивая ее с разбавленным раствором [36].

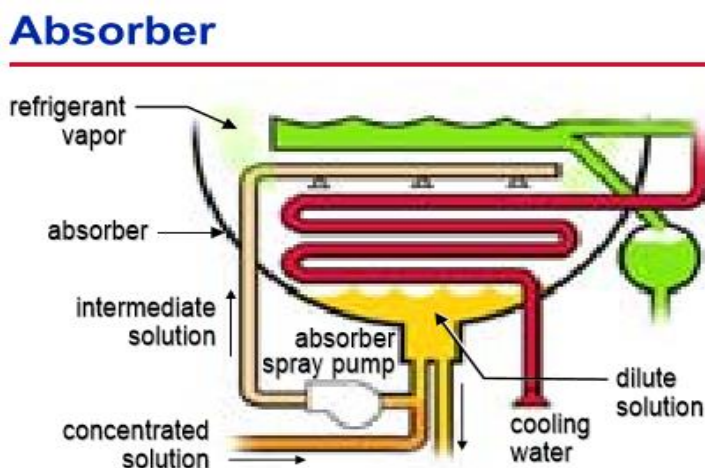


Рисунок 4.14- Абсорбер цикла поглощения [36]

Теплообменник

Поскольку раствор бромида лития поглощает хладагент, он становится разбавленным и обладает меньшей способностью поглощать водяной пар. Чтобы завершить цикл и поддерживать работу, абсорбирующий раствор необходимо повторно сконцентрировать. Следовательно, генераторный насос непрерывно возвращает разбавленный раствор в генератор, чтобы снова отделить пары хладагента от раствора и повторно сконцентрировать раствор, тем самым повторяя цикл. Этот холодный разбавленный раствор, который перекачивается из абсорбера в генератор, и горячий концентрированный раствор, возвращающийся из генератора, проходят через теплообменник, как показано на рисунке 4.15. Эта передача тепла предварительно нагревает разбавленный раствор, уменьшая

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

тепловую энергию, необходимую для кипения хладагента в генераторе, а также предварительно охлаждает концентрированный раствор, снижая необходимую скорость потока охлаждающей воды через абсорбер. Обратите внимание, что в этом примере цикла охлаждающая вода проходит через конденсатор после прохождения через абсорбер. Нек Некоторые конструкции абсорбционных чиллеров разделяют охлаждающую воду и подают ее непосредственно в абсорбер и конденсатор.

Heat Exchanger

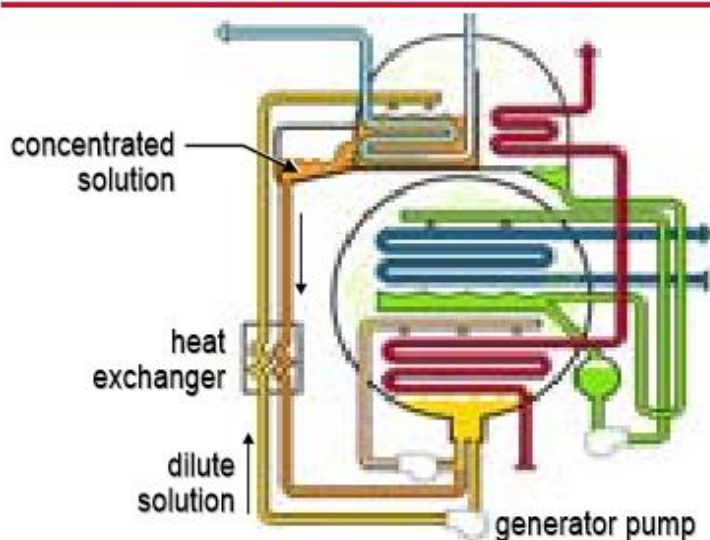


Рисунок 4.15- Раствор теплообменника абсорбционного цикла [36]

Диаграмма равновесия раствора LiBr показана на рисунке 4.16.

Equilibrium Chart

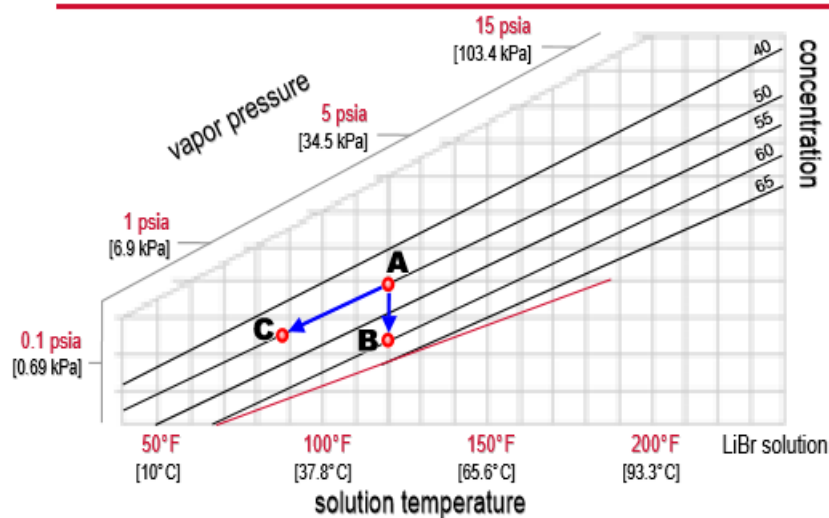


Рисунок 4.16- Диаграмма равновесия раствора LiBr [36]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

Лист

62

Производительность абсорбционного холодильного цикла можно проанализировать с помощью специальной диаграммы, называемой Диаграммой равновесия для водных растворов бромида лития. На этой диаграмме график зависимости давления паров (вертикальная ось) от температуры (горизонтальная ось) и концентрации (диагональные линии) раствора бромида лития (LiBr), как показано на рисунок 4.16.

Диаграмма показывает, что увеличение концентрации (от А до В) при постоянной температуре раствора приводит к снижению давления пара. И наоборот, снижение температуры раствора (от А до С) при постоянной концентрации приводит к снижению давления пара.

Предполагая, что внутри chillera нет воздуха или других неконденсирующихся веществ, давление паров раствора определяет температуру, при которой хладагент будет испаряться. Другими словами, сочетание температуры раствора и концентрации определяет температуру, при которой хладагент будет кипеть (испаряться).

Absorption Refrigeration Cycle

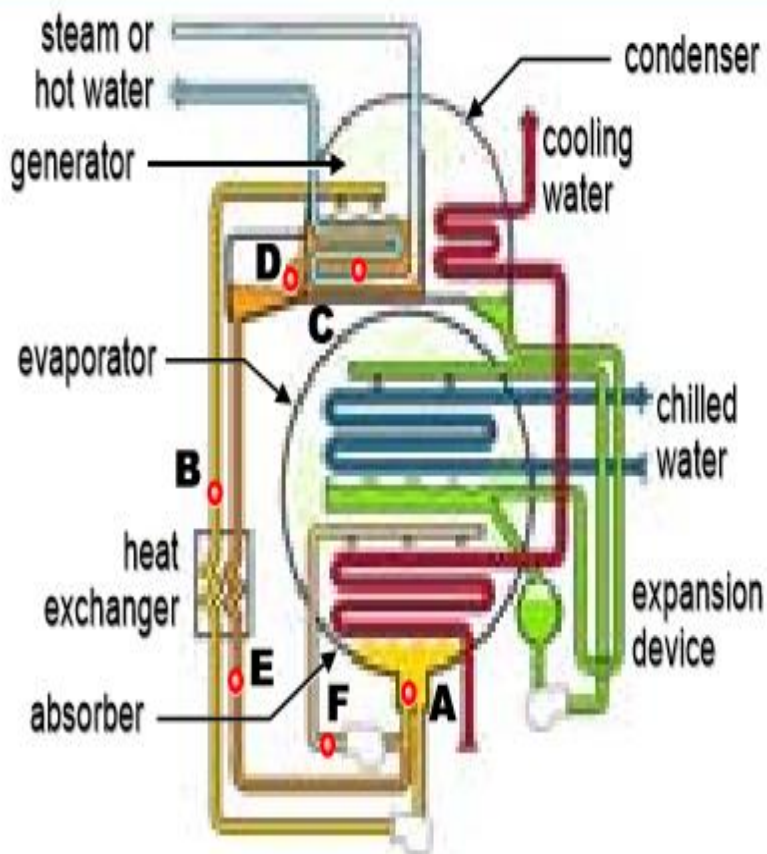


Рисунок 4.17 - Типичный абсорбционный холодильный цикл [36]

Absorption Refrigeration Cycle

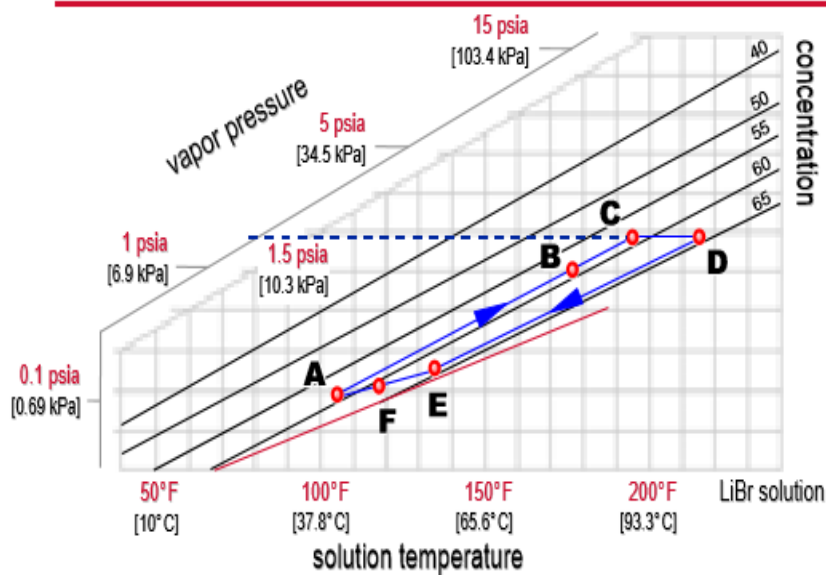


Рисунок 4.18- График равновесия раствора LiBr [36]

Диаграмма типичного абсорбционного холодильного цикла может быть наложена на эту диаграмму равновесия, чтобы продемонстрировать функцию каждого компонента в системе, как показано на рисунке 4.17. Поймите, что диаграмма равновесия может использоваться только для тех частей цикла, где присутствует раствор бромида лития. Его нельзя использовать для секций конденсатора или испарителя. Свойства хладагента, когда он проходит через конденсатор, расширительное устройство и испаритель, могут быть проанализированы с помощью диаграммы давление-энтальпия для хладагента (в данном случае воды), как показано на рисунке 4.18. Начиная с поглотителя, разбавленный раствор бромида лития покидает поглотитель (A) при температуре 105°F [40,6°C] и концентрации 59%.

Этот раствор проходит через теплообменник, где он предварительно нагрет до 175°F [79,4°C] (B). (Обратите внимание, что концентрация не изменяется при прохождении раствора через теплообменник). В генераторе раствор поглощает тепло от пара или горячей воды, протекающей по трубам. Первоначально это только ощутимо нагревает раствор до C, то есть температура раствора увеличивается, а концентрация остается неизменной. В этот момент хладагент начинает кипеть (испаряться) и отделяться от раствора.

Это увеличивает концентрацию раствора бромида лития, так как температура продолжает увеличиваться (D). Концентрированный раствор (D), теперь при 215°F [101,7°C] и 64,5%, проходит через теплообменник, где он охлаждается до 135°F [57,2°C] (E).

Этот охлажденный концентрированный раствор (E) затем смешивают с разбавленным раствором из абсорбера (A), и этот промежуточный раствор (F) (118°F [47,8°C] и 62% концентрация) перекачивают в деревья распылительного абсорбера. В абсорбере пары хладагента поглощаются промежуточным раствором, сни-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

Лист

64

жая его концентрацию до 59%, а тепло передается охлаждающей воде. Полученный охлажденный разбавленный раствор (А) возвращается в генератор, чтобы повторить цикл. Эта диаграмма также может быть использована для демонстрации рабочего давления цикла. В этом примере секции низкого давления цикла работают при приблизительно 0,15 фунт / кв. дюйм [1,034 кПа], а секции высокого давления работают приблизительно при 1,5 фунт / кв. дюйм [10,34 кПа] [36].

					<i>13.04.01.2020.263.01 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		65

5 ВЫБОР ВОЗДУХОВОДА

Система кондиционирования воздуха должна не только кондиционировать воздух, но и распределять кондиционированный воздух по всему пространству. Обычно, кондиционирующая жидкость распределяется из центрального расположения оборудования в отдельные помещения, требующие контроля окружающей среды. Например, «система вентиляторов и воздуховодов распределяет воздух» или «система насосов и трубопроводов распределяет воду». Затем кондиционированный воздух распределяется по комнате с помощью диффузоров или решеток. Целью проектирования системы воздуховодов является создание системы, которая в заданных пределах скоростей, интенсивности шума и пространства, доступного для воздуховодов, эффективно передает требуемый расход воздуха в каждое пространство, поддерживая надлежащий баланс между инвестициями и эксплуатационными расходами. Воздуховоды можно разделить на четыре типа в соответствии с их транспортными функциями:

1. Приточный воздуховод. Кондиционированный воздух подается в кондиционированное помещение.
2. Вернуть воздуховод. Космический воздух возвращается в помещение для вентиляторов, где установлен кондиционер, или в упакованный блок.
3. Наружный воздуховод. Наружный воздух поступает в вентиляционную установку, в комнату с вентилятором или непосредственно в помещение.
4. Выхлопная труба. Космический воздух или загрязненный воздух выпускается из помещения, оборудования, помещения вентилятора или локализованной зоны.

Каждый из этих четырех типов воздуховодов может также подразделяться на коллекторы, главные воздуховоды и ответвительные воздуховоды или биения. Заголовок - это та часть воздуховода, которая подключается непосредственно к приточному или вытяжному вентилятору до подачи воздуха в главные воздуховоды в большой системе воздуховодов. Основные каналы имеют сравнительно большую скорость и размер потока, служат большей кондиционируемой площади и, следовательно, допускают более высокие скорости воздуха. Отводные каналы обычно соединяются с клеммами, колпаками, выходными отверстиями, возвратными решетками и вытяжными колпаками. Вертикальный воздуховод называется стояком. Иногда, заголовок или главный канал также называют стволом.

5.1 Прямоугольные воздуховоды

Для пространства, доступного между структурной балкой и потолком в здании, прямоугольные воздуховоды имеют наибольшую площадь поперечного сечения. Они менее жесткие, чем круглые воздуховоды, и их легче изготовить на месте. Соединения прямоугольных воздуховодов имеют сравнительно больший

										Лист
										66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

процент утечки воздуха, чем изготовленные на заводе круглые воздуховоды со спиральным швом и плоские у овальных воздуховодов, а также из стекловолоконных воздуховодов.

Не запечатанные прямоугольные воздуховоды могут иметь утечку воздуха от 15 до 20 процентов от скорости потока приточного воздуха. Прямоугольные воздуховоды обычно используются в системах низкого давления. Соотношение длинной стороны к короткой стороне в прямоугольном воздуховоде называется соотношением сторон Ras . Чем больше Ras , тем выше потери давления на единицу длины, а также потери тепла и прирост тепла на единицу объема транспортируемого потока. Кроме того, требуется больше труда и материалов. Оцинкованный лист или, точнее, оцинкованный стальной лист и алюминиевый лист - материалы, наиболее широко используемые для прямоугольных воздуховодов.

Для предотвращения вибрации стенки воздуховода от пульсирующего воздушного потока в каналах из черных металлов требуются поперечные швы и армирование продольных швов. приведены размеры и толщина оцинкованного листа для прямоугольных воздуховодов, в которых приводятся технические характеристики для строительства прямоугольных каналов из черного металла для коммерческих систем, основанные на публикации Национальной ассоциации подрядчиков по производству листового металла и кондиционирования воздуха (SMACNA) под названием «Стандарты строительства воздуховодов HVAC - металлические и гибкие».

Для проектирования и изготовления экономичной системы воздуховодов рекомендуется выбирать оптимальную комбинацию минимальной толщины оцинкованного листа, типа поперечного армирования шва и его максимального расстояния для конкретного размера воздуховода при определенном перепаде давления между воздухом внутри воздуховода. и окружающий воздух. Для прямоугольных воздуховодов используется одинаковая толщина металла для всех сторон воздуховода и оценивается усиление воздуховода с каждой стороны отдельно [6].

5.2 Круглые воздуховоды

Для заданной площади поперечного сечения и средней скорости воздуха круглый воздуховод имеет меньшее сопротивление жидкости против воздушного потока, чем прямоугольный и плоский у овальных воздуховодов. Круглые воздуховоды также имеют лучшую жесткость и прочность.

Круглые воздуховоды со спиральным и продольным швом, используемые в коммерческих зданиях, обычно изготавливаются на заводе для улучшения качества и герметизации воздуховодов.

Потери давления могут быть рассчитаны более точно, чем для прямоугольных каналов, и в результате получится более сбалансированная система. Утечка воздуха может поддерживаться на уровне около 3 процентов благодаря хорошо уплотненным швам и соединениям.

Круглые воздуховоды имеют намного меньший уровень излучаемого шума, чем прямоугольные и плоские овальные воздуховоды.

					13.04.01.2020.263.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Основным недостатком круглых воздуховодов является большее пространство, необходимое под балку для монтажа. Изготовленные в заводских условиях круглые воздуховоды со спиральным швом являются наиболее широко используемыми воздуховодами в коммерческих зданиях.

Стандартные диаметры круглых каналов варьируются от 4 до 20 дюймов в 1 дюйм. (От 100 до 500 мм с шагом 25 мм), с 20 до 36 дюймов с шагом 2 дюйма (От 500 до 900 мм с шагом 50 мм) и с 36 до 60 дюймов с шагом 4 дюйма. (От 900 до 1500 мм с шагом 100 мм). Многие промышленные системы контроля загрязнения воздуха часто требуют скорости около 3000 футов в минуту (15 м / с) или выше для транспортировки твердых частиц. В таких случаях обычно используются круглые воздуховоды с более толстыми металлическими листами.

5.3 Плоские овальные воздуховоды

Плоские овальные воздуховоды имеют форму поперечного сечения между прямоугольным и круглым. Они имеют преимущества как круглого, так и прямоугольного воздуховодов, благодаря меньшей воздушной турбулентности и небольшой глубине пространства, необходимого при монтаже. Плоские овальные воздуховоды устанавливаются быстрее и имеют меньшую утечку воздуха благодаря заводскому изготовлению. Плоские овальные воздуховоды выполнены либо в виде спирального шва, либо в продольном шве. оцинкованный лист, используемый для фитингов и плоских овальных воздуховодов.

5.4 Стеклопластиковые воздуховоды

Стеклопластиковые воздуховоды обычно изготавливаются за 1 дюйм. (25 мм) толщина. Они изготавливаются в виде прямоугольных каналов при закрытии. Стекловолоконный канал с диаметром 1,5 дюйма (38 мм) толщина может быть использована в районе Персидского залива и Соединенных Штатов, где летом жарко и влажно, чтобы минимизировать приток тепла в воздуховоде. Иногда используются круглые формованные стекловолоконные каналы. Стекловолоконные воздуховоды имеют хорошие тепловые характеристики.

Для 1-в. (25 мм) толщина плиты воздуховода, значение U составляет 0,21 БТЕ / ч. ft². °F при скорости воздуха 2000 футов в минуту (1,192 Вт / м². °C при 10 м / с), что лучше, чем у оцинкованного листа металлический воздуховод с 1-дюймовым (25 мм) внутренний вкладыш.

Стекловолоконный воздуховод обладает хорошими шумопоглощающими характеристиками.

Его утечка воздуха обычно составляет 5 процентов или менее, что намного меньше, чем у прямоугольного воздуховода из листового металла, который плохо герметизирован. Еще одним важным преимуществом стекловолокна является его низкая стоимость.

Затворы, также называемые системами записи на пленку, представляют собой ленты, используемые для формирования прямоугольных секций воздуховодов из плит воздуховодов и для соединения секций и фитингов в интегрированную си-

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						68

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

стему воздуховодов. Улучшенные акриловые чувствительные к давлению ленты обеспечивают лучшее сцепление, чем раньше. Термочувствительные твердосплавные клеевые укупорочные средства показывают себя как хорошие уплотнительные ленты, даже если пыль, масло или вода присутствуют на поверхности платы воздуховода. Крышки из мастики и стеклоткани также используются во многих системах стеклопластиковых воздуховодов.

Испытания показывают, что текущая эмиссия стекловолокна из панели воздуховодов была меньше, чем в наружном воздухе. Воздуховоды из стекловолокна имеют несколько более высокие потери на трение, чем воздуховоды из оцинкованного листа (на 0,03 дюйма в туалете или на 7,5 Па больше для длины 100 футов или 30,5 м). Они также не такие прочные, как металлические листовые воздуховоды. С ними нужно обращаться осторожно, чтобы не повредить их во время установки. Каналы из стекловолокна используются в системах воздуховодов с перепадом давления в 2 дюйма (500 Па) или менее. Многие кодексы ограничивают использование стекловолокна в чувствительных областях, таких как операционные и родильные отделения [6].

5.5 Изоляция воздуховодов

Изоляция воздуховода монтируется или имеет внутреннюю облицовку для уменьшения потерь тепла и прироста тепла, а также для предотвращения образования конденсата на наружной поверхности воздуховода. Обычно он имеет форму обертки воздуховода (наружная поверхность), внутренней облицовки воздуховода или стекловолоконных плит воздуховодов. Воздуховод обеспечивает как теплоизоляцию, так и шумоподавление. Толщина изоляционного слоя основана на экономическом анализе. Стандарт ASHRAE / IESNA 90.1-1999 предусматривает, что все приточные и возвратные воздуховоды и воздуховоды, установленные как часть системы распределения воздуха HVAC & R, должны быть теплоизолированы, предназначены для установленной изоляции и не включают сопротивления воздушной пленки. Прирост или потеря тепла в воздуховоде, а также повышение или понижение температуры воздуха внутри воздуховода зависят от скорости воздуха, размеров воздуховода и изоляции воздуховода.

5.6 Оптимальная конструкция воздуховода

Оптимальная система воздуховодов транспортирует необходимое количество кондиционированного, рециркуляционного или вытяжного воздуха в определенное пространство и отвечает следующим требованиям:

- Оптимальная схема системы воздуховодов в пределах выделенного пространства

- Удовлетворительный баланс системы, достигаемый за счет баланса давления различных путей путем изменения размеров воздуховодов или использования различных конфигураций фитингов воздуховодов.

- Оптимальные потери энергии и первоначальная стоимость

										Лист
										69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.263.01 ПЗ					

-Установка только с необходимыми балансировочными устройствами, такими как воздушные заслонки и сопловые пластины

-Соответствуют национальным, ASHRAE и местным кодексам противопожарной защиты, конструкции воздуховодов и изоляции воздуховодов.

Эти требования приводят к разработке оптимальной схемы воздуховода, размера воздуховода и общей потери давления в системе воздуховодов. Конструкция системы воздуховодов часто требует комплексного анализа и компьютерных программ расчета. Различные системы воздуховодов имеют разные транспортные функции и, следовательно, имеют свои особенности. Трудно объединить влияние стоимости, баланса системы и шума вместе с характеристиками воздуховода в один или два репрезентативных показателя [6].

5.7 Расчет проходного сечения канал

На рисунке 5.1 показана конструкция системы воздуховодов. Система воздуховодов разработана с учетом количества воздушного потока в пространстве.

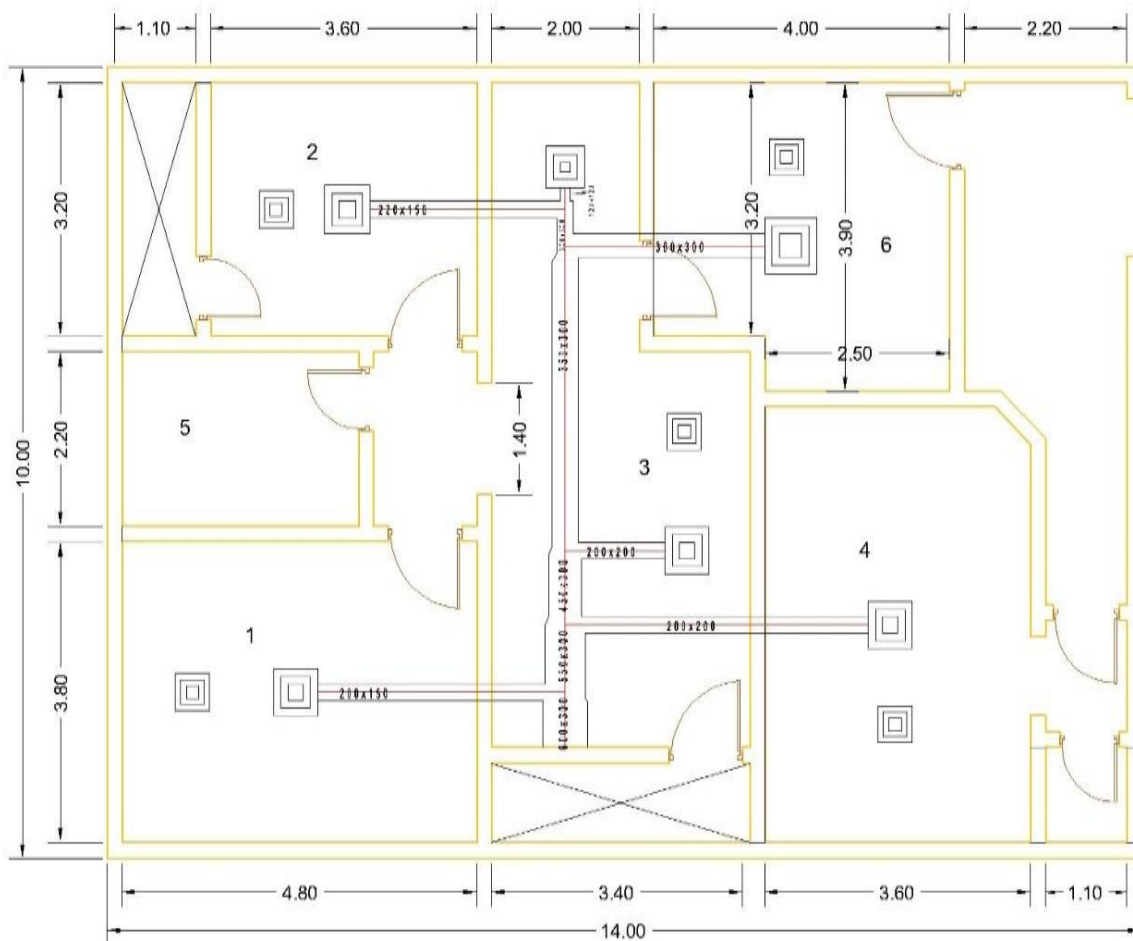


Рисунок 5.1- Конструкция системы воздуховодов

Таблица 5.1 показывает результаты расчета сечения канала.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

Лист

70

Таблица 5.1 – Расчеты сечения канала

Раздел	расход воздуха m ³ /hr	скорость падения давления (ра/м)	эквивалентный диаметр (m)	скорость движения воздуха (m/s)		Ширина* глубина W*H
1-2	4770	2,4	0,459	8		600*300
2-3	720	5,5	0,193	7		200*150
2-4	4050	2,2	0,437	7,5		550*300
4-5	846	6	0,215	6,5		200*200
4-6	3204	3	0,400	7		450*300
6-7	576	5,8	0,184	6		200*150
6-8	2628	3	0,378	6,5		400*300
8-9	1692	2,6	0,330	5,5		300*300
8-10	936	3,6	0,235	6		225*200
10-11	648	2,4	0,214	5		200*200
10-12	288	6	0,136	5,5		125*125

Общая потеря давления в этой системе воздуховодов равна (108,85 ра).

6 КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И АВТОМАТИКА

6.1 Выбор манометров, термометров, расходомеров

На рисунке 6.1 показана схема контрольно измерительных приборов и автоматика.

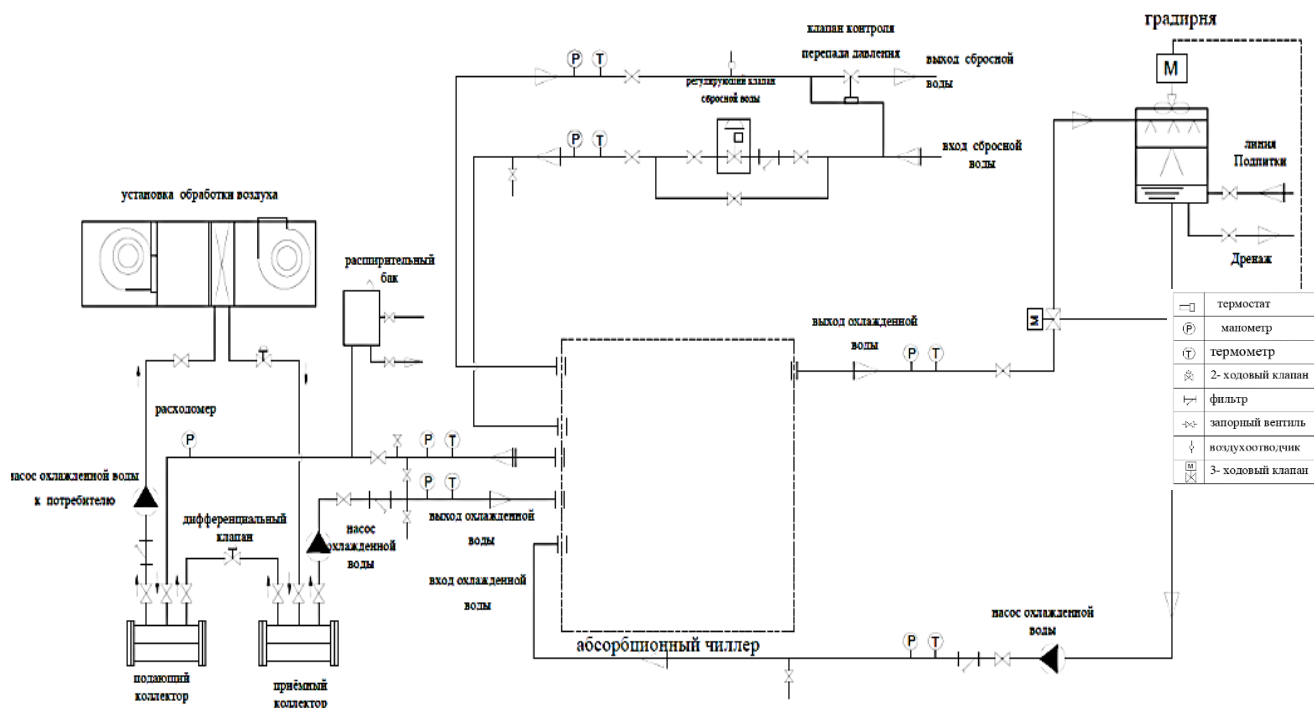


Рисунок 6.1- Схема контрольно измерительных приборов и автоматика [30]

Количество контрольно-измерительных приборов и автоматика показано в таблице 6.1.

Таблица 6.1- Количество контрольно измерительных приборов и автоматика

N	тип приборы	марка	количество
1	термостат	danfoss	1
2	манометр	РОСМА	6
3	термометр	БТ 51.211.G1/2 -1.5 0-100	6
4	2- ходовой клапан	Herz Teplomix	1
5	фильтр	ДОТ 320 марки A2B1E1K1P3D	3
6	запорный вентиль	Milacio	6
7	воздухоотводчик	VT.502NH	1
8	3- ходовой клапан	Herz Teplomix	1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

Лист

72

Контроль температуры охлаждающей воды

Более ранние конструкции абсорбционных чиллеров требовали тщательного контроля температуры охлаждающей воды для предотвращения кристаллизации. Современные конструкции абсорбционных чиллеров включают контрольные устройства для предотвращения кристаллизации, поэтому многие производители теперь позволяют температуре охлаждающей воды падать до меньшего значения при работе с частичной нагрузкой. Для смешивания должен быть установлен трехходовой перепускной клапан обходить рециркуляцию воды из конденсатора и поддерживать температуру охлаждающей воды, поступающей в абсорбер, на температуру, указанную изготовителем. Вентиляторы градирни могут быть задействованы для дополнения управления байпасом.

3- ходовой клапан

3- ходовой клапан регулирующий клапан регулирует количество воды, проходящей через змеевик в ответ на нагрузки. Клапан обходит неиспользованную воду вокруг катушки и требует постоянного потока воды в системе, независимо от нагрузки. Недостатком этого байпаса является то, что температура воды, выходящей из трехходового клапана, снижается в условиях частичной нагрузки. Трехходовые клапаны используются во многих существующих системах, особенно в системах с насосом постоянного объема.

По принципу действия различаются три вида трехходовых клапанов:

- смесительный (обеспечивает необходимую температуру воды в отопительном контуре за счет подмешивания обратки в нагретый теплоноситель);
- разделительный (делит поток, направляя в два контура);
- переключающий (по очереди направляет подогретую воду по разным теплообменникам двухконтурного газового котла). В современной системе отопления в первую очередь востребован смесительный трехходовой термостатический клапан [37].

2- ходовой клапан

Двухходовой регулирующий клапан — это ключевое, неотъемлемое звено отопительной системы, вентиляции, кондиционирования. В настоящее время широкой популярностью пользуется двухходовой клапан с электроприводом, который управляется различными датчиками. Подобные изделия характеризуются надежностью и простой установки. Главная отличительная особенность, которой характеризуется двухходовой клапан — это возможность пропускать воду исключительно в одном направлении. При его обратной установке, он может давать сбой или вовсе выйти из строя. Очень часто перед самым двухходовым клапаном монтируются фильтры, которые не позволяют твердым частицам проникать в него. По большому счету двухходовой клапан по своей конструкции напоминает обычные вентили, однако все-таки есть ряд отличий. Например, у регулирующего двухходового клапана в качестве запорного элемента выступает либо шток, либо шар.

Другими словами, процесс прохождения жидкости или пара регулируется либо движением штока в вертикальном направлении, либо поворотом шара с отверстием вокруг оси на 90°. Вся эта последовательность действий выполняется по-

									Лист
									73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.263.01 ПЗ				

средством электрических и пневматических приводов, которые подсоединены к датчикам давления и температуры. Электромагнитный двухходовой клапан снабжен двумя патрубками для возможности осуществлять подключение к трубопроводу. Основным его предназначением является ограничение расхода воды.

Исходя из того, какая конструкция у запорного клапан, принцип работы устройства идентичен принципу функционирования седельного клапана (вентилля) или шарового крана. Двухходовый регулирующий клапан нашел свое активное применение в инженерных системах зданий с централизованным теплоснабжением. Это связано с тем, применяя его, можно снизить потребление теплоносителя и при этом сохранить нужный коэффициент смешения, чего не сделаешь при помощи трехходового клапана. Двухходовые регулирующие клапана применяются для управления теплоотдачей теплообменных аппаратов систем горячего водоснабжения и обособленных отопительных систем, для управления процессом смешения в тепловых пунктах с зависимым подключением к тепловой сети [38].

термостат

Термостат предназначен для поддержания определенного температурного баланса какого-либо устройства, оборудования или помещения. Использоваться он может в различных видах деятельности. Агрегаты классифицируют различными способами.

ТИПЫ ПРИБОРОВ

Аппараты можно дифференцировать по следующим признакам:

- диапазон температур;
- тип теплоносителя;
- точность производимых температур;
- назначение (область применения).

Выделяют несколько диапазонов температур. Самые низкие поддерживаются приборами, называемыми криостатами, как правило, они могут поддерживать ниже -600, работают с посторонними источниками холода. Термостаты средних температур имеют достаточно большой температурный разброс от -600 до 5000. В качестве теплоносителей обычно используется воздух или жидкости, реже твердые тела и вещества, например, воск. Точность поддерживаемого агрегатом температурного режима зависит от его назначения и структуры, бывают приборы с перемешиванием. Наиболее точными являются конструкции, работающие с жидкостным или воздушным теплоносителем, они допускают температурные колебания не более чем 10-20. Приборы без перемешивания имеют большую погрешность работы, отличия могут быть в 50-100 [39] .

манометр

Манометр – это компактное механическое устройство для измерения давления. В зависимости от модификации оно может работать с воздухом, газом, паром или жидкостью. Существует много разновидностей манометров, по принципу снятия показаний давления в измеряемой среде, каждый из которых имеет свое применение. Манометры являются одним из самых распространенных приборов, которые можно встретить в различных системах:

- Котлах отопления;

- Газопроводах;
- Водопроводах;
- Компрессорах;
- Автоклавах;
- Баллонах.

Баллонных пневматических винтовках и т.д. Внешне манометр напоминает невысокий цилиндр различного диаметра, чаще всего 50 мм, который состоит из металлического корпуса со стеклянной крышкой. Сквозь стеклянную часть просматривается шкала с отметками в единицах измерения давления (Бар или Па). Сбоку в корпус входит трубка с внешней резьбой для ввинчивания в отверстие системы, в которой необходимо провести измерение давления. При нагнетании давление в измеряемой среде газ или жидкость сквозь трубку прижимает внутренний механизм манометра, что приводит к отклонению угла стрелки, которая указывает на шкалу. Чем выше создаваемое давление, тем больше отклоняется стрелка. Цифра на шкале, на которой остановится указатель, и будет соответствовать давлению в измеряемой системе [40].

запорный вентиль

запорная арматура, конструктивно выполненная в виде клапана, то есть её запирающий элемент перемещается параллельно оси потока рабочей среды. Как и другие виды запорной арматуры, запорные клапаны применяются для полного перекрытия своего проходного сечения, а следовательно потока рабочей среды; то есть запирающий элемент, которым в запорном клапане чаще всего является золотник, в процессе эксплуатации находится в крайних положениях «открыто» или «закрыто».

Для регулирования расхода среды путём изменения проходного сечения успешно применяются регулирующие клапаны, также существуют и запорно-регулирующие клапаны, совмещающие эти функции [41] .

воздухоотводчик

Воздухоотводчик представляет собой вспомогательное оборудование для сброса накопившегося воздуха в системах отопления и водоснабжения. Применение данного прибора обязательно во всех системах трубопровода, в том числе и замкнутых.

Скопление воздуха. это обычное и частое явление, с которым приходится сталкиваться. Многие потребители замечали, что после установки или по предшествию некоторого времени, радиатор не греет вовсе либо одна часть батареи теплая, а вторая нет. Причиной этого является завоздушивание контура отопления.

Наличие воздуха в системе также приводит к более значительным последствиям, таких как не прохождение воды по трубам, снижения давления, шуму, коррозии металлических элементов и возникновение ржавчины, а впоследствии чего это может привести к неработоспособности и выходу из строя всего оборудования. Чтобы не возникало подобных проблем стоит позаботиться о воздухоотводчике.

На сегодняшний день существует два основных типа воздухоотводчиков:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.263.01 ПЗ	
					Лист 75	

7 ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ (FREON AND CARBON DIOXIDE GAS)

В работе вопрос запрета Монреальским протоколом озон разрушающих фреонов. Сравнительный анализ известных озон разрушающих факторов показывает, что вклад фреонов в разрушение озонового слоя в присутствии множества глобальных и разного рода других факторов не может быть определяющим. Поэтому отказ от таких технически и экономически выгодных хладагентов, как фреон 12, не может быть обоснован, и решения, принятые на основе Монреальского протокола, оказываются сомнительными. Особенно остро эта проблема возникает в настоящее время уже для следующего широко используемого агента фреона 22. Фреон 12 успешно используется более 70 лет как рабочее вещество (холодильный агент) холодильной техники. В настоящее время стоит серьезный вопрос о замене хлорфторуглеродов (ХФУ), разрушающих озоновый слой, в соответствии с Монреальским протоколом (1987 г.), принятом на основании гипотезы калифорнийских ученых М. Молина и Ф. Роуланда. Согласно этой гипотезе, разрушение озона происходит под действием антропогенных фторхлоруглеродов – фреонов, распадающихся под действием солнечного излучения и при этом поставляющих активные радикалы хлора, которые и разрушают озон. Наиболее подробно экологические гипотезы и экономические основы проблемы разрушения озонового слоя фреонами даны Вивиан Шеридан. Замена дешевых и технологически выгодных фреонов метанового ряда новыми фреонами с большим количеством углеродных атомов грозит огромными экономическими потерями для нашей страны, так как предстоит полная модернизация холодильного хозяйства и переход на новую технологию. Самым главным препятствием в решении этого вопроса является Монреальский протокол, положения которого не могут служить научным обоснованием для принятия последующих решений при создании и производстве новых «озонобезопасных» холодильных агентов. На основе сомнительного в научном плане Монреальского протокола разрабатываются планы научных работ, защищаются научные диссертации, присуждаются государственные премии. Об этом недвусмысленно сказано в статье С.О. Филина. На основании Монреальского протокола могут быть в ближайшее время введены в действие документы, запрещающие к использованию фреон 22. На страницах журнала «Холодильный бизнес» прошла скромная дискуссия о влиянии холодильных агентов серии ХФУ (фреон 11, 12, 502) на озоновый слой атмосферы. Холодильный мир пережил и переживает бум поиска новых холодильных агентов. Несмотря на то что результаты пока неутешительны, поиск новых холодильных агентов – отрадное явление, но хотелось бы, чтобы этот поиск шел не только в соответствии с Монреальским протоколом. Ниже мы приводим еще одну попытку обобщения высказываний по вопросу разрушения озонового слоя атмосферы.

Озон составляет несколько десятимиллионных долей в объеме земной атмосферы, но играет ведущую роль в защите поверхности Земли от жесткого солнечного излучения, поглощая большую часть ультрафиолетового диапазона излучения (230 – 290 нм), губительного для всего живого на Земле. Впервые содержание озона в атмосфере начали изучать в конце 50-х годов прошлого столетия, т. е. не более пятидесяти лет назад. Проблема разрушения озона привлекла внимание

										Лист
										77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

ученых, когда в 1985 г. британская антарктическая служба сообщила о том, что содержание озона в атмосфере над станцией Халд-Бей за период с 1977 по 1984 гг. уменьшилось на 40 %, т. е. в полярной зоне появилась озоновая дыра.

Состав ХФУ ясен из их названия. Это нетоксичные, невзрывоопасные, негорючие, не имеющие запаха вещества. ХФУ успешно используются для получения озонидов металлов при низких температурах как инертная среда, не вступающая в реакцию с реагентами: металлами, озоном и озонидами. Давно известен способ выделения озона с целью отделения от кислорода: после реакции получения озона в тихом электрическом разряде в озонаторах (электроды – алюминий или медь) его растворяют во фреонах при низкой температуре. Кислород во фреонах практически не растворяется, наиболее удобны фреоны 12 и 22.

Растворимость озона в них при $-163\text{ }^{\circ}\text{C}$ достигает 50 %, при нагревании такого раствора первым испаряется озон. Растворы озона во фреонах не взрывчатые, могут длительно храниться при низкой температуре. С 1931 г. было произведено около 15 миллионов тонн ХФУ, и две трети из них – за последние 15 лет.

По расчетам, ХФУ «живут» в атмосфере в течение 70–100 лет. Существует мнение, что эти инертные вещества не распадаются в тропосфере (нижний слой атмосферы – примерно 20 км) и в течение нескольких месяцев благодаря движениям воздушных масс проникают в стратосферу, верхняя граница которой находится на высоте около 50 км.

Хотя озон наблюдается в атмосфере от самой поверхности Земли до высот 80–90 км, вертикальное распределение озона таково, что позволяет говорить о слое озона на высотах 15–30 км, с максимально зависящим от широты места в полярных областях – 11–14 км, в умеренных широтах – 19–21 км и в тропических широтах – 24–27 км. Существенно, что температурная стратификация в атмосфере такова, что на максимальное содержание озона приходится температура значительно ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и в среднем составляет по всем широтам около $-56,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

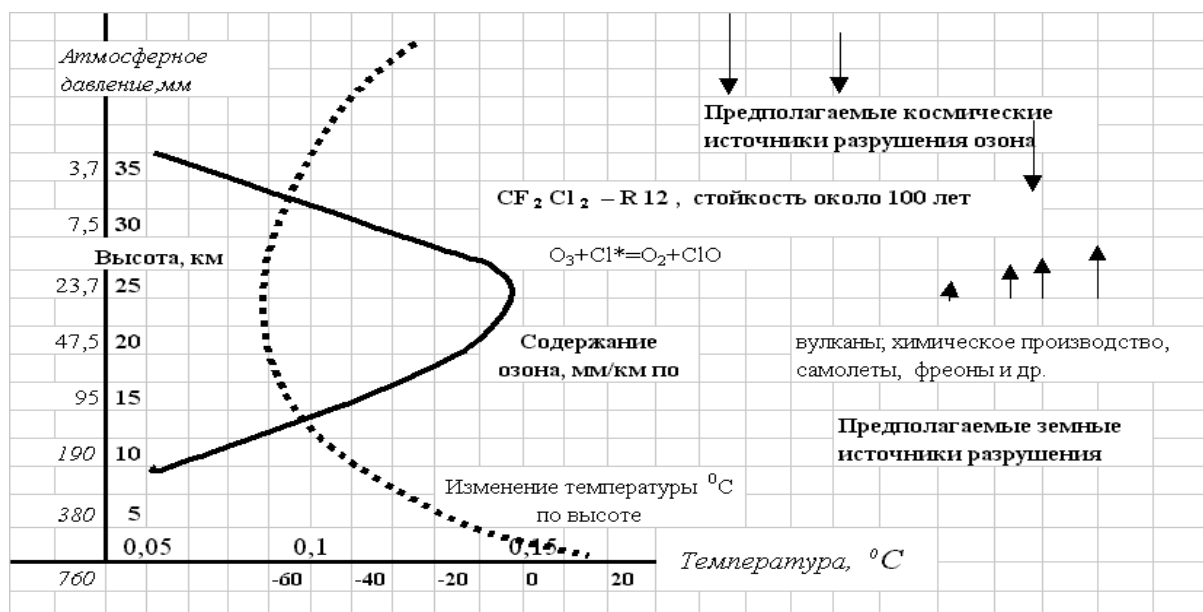


Рисунок 7.1- Изменение температуры и содержания озона [33]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Давление в этой области составляет порядка $1/32$ доли атмосферы, в интервале 15–50 ГПа, что составляет в среднем около 31–32 ГПа, максимальное содержание озона в этой области – 10^{-5} – 10^{-6} объемных процентов.

На рисунок 1 приведены данные для зоны умеренных широт Земли: изменения температуры и содержания озона в атмосфере в зависимости от высоты над уровнем Земли.

На основании приведенных данных можно сделать выводы, что фреоны метанового ряда являются инертными веществами, сами не взаимодействуют с озоном и никак не могут быть поставщиками хлора, разрушающего озон. В таком случае возникает вопрос: какими данными апеллировали при введении в действие документов, запрещающих использование таких фреонов?

В литературе продолжается дискуссия о компетентности оснований для запрета по Монреальскому протоколу производства и использования так называемых «озоноразрушающих фреонов», в число которых входит известный фреон 12 (CF_2Cl_2). Российские ученые из отдела озонного мониторинга Центральной аэрологической обсерватории (Московская обл.) Г. Крученицкий и А. Звягинцев совместно с членом-корреспондентом РАН В. Зуевым из Института оптики атмосферы СО РАН (г. Томск) тщательно проанализировали данные о содержании озона за двадцать с лишним лет, полученные с помощью новейшей спутниковой аппаратуры TOMS, и установили, что озоновый слой восстановился, и это при максимальном за все время использования фреонов их количестве в стратосфере и других сферах. Они обращают внимание на то, что восстановление озона нельзя объяснить мерами, принятыми мировым сообществом. Колебания содержания озона в озоновом слое – сложный комплекс процессов не только земных, но и космических, которые нужно изучать. Уже обнаружена связь изменений в озоновом слое и содержания озона с двухлетним (28 месяцев) и одиннадцатилетним циклами солнечной активности, с так называемыми североатлантическим и южным колебаниями, связанными с Эль-Ниньо. Самое удивительное, что влияние солнечной активности на озоновый слой было обнаружено более четверти века назад. 4-августа 1972 г. американский спутник «Нимбус» зафиксировал понижение содержания озона над полярными шапками Земли, произошедшее в результате мощной вспышки на Солнце, сопровождавшейся резким усилением потока космических лучей (И.Ю. Никаноров, г. Тула). В публикациях также не учитывается взаимодействие сложных химических каталитических циклов, о которых мы не все знаем и которые присутствуют и поддерживают довольно стабильное равновесие в системе «озоновый слой в атмосфере». А.Д. Данилов в своей книге популярно изложил данные о химических процессах, происходящих в атмосфере. Он пишет, что пока известно три цикла, которые воздействуют на содержание озона, – это циклы NO_x , HO_x и ClO_x . При одновременном действии всех трех циклов их суммарный эффект не будет равен сумме индивидуальных эффектов, а будет меньше последнего. Так, при одновременном присутствии в стратосфере большого количества NO_x и ClO_x начинает активно образовываться нейтральное соединение ClONO_2 (нитрат хлора). При его рождении гибнет по одному активному участнику каждого из двух циклов, а сам он в разрушении озона не принимает участия. Не очень активен нитрат хлора ClONO_2 и по отношению к другим

									Лист
									99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

атмосферным соединениям, эта молекула должна жить довольно долго – до разрушения в результате фотодиссоциации. Таким образом, природой в виде ClONO_2 как бы поставлен барьер для активной деятельности по разрушению озона одновременно в азотном и хлорном циклах. По некоторым оценкам, уменьшение концентрации озона на 7 %, которая получается по хлорному циклу, без учета роли нитрата хлора, снижается до 2 % при учете роли этого «ограничителя». Совсем непросто взаимодействуют между собой азотный и водородный циклы. Здесь вновь и речи не идет о простом сложении эффектов от двух циклов. Наоборот, показано, что наличие значительных количеств НОх не только замедляет работу азотного цикла, но может привести к обратному эффекту – увеличению концентрации озона. Современный подход к проблеме влияния на слой озона описанных выше циклов состоит в построении сложных моделей. Такие модели сложны, потому что должны учитывать огромное количество химических реакций (100–200 и более), а также потому, что они должны быть трехмерными, чтобы учесть эффекты вертикального и горизонтального переноса озона, роль тех и других циклов. Эти процессы играют большую роль в жизни озонового слоя (как и в жизни любой системы, необходимо учитывать множество факторов) и могут существенно изменять результаты того или иного антропогенного воздействия, рассчитанного только с учетом лишь фотохимии, как сделано во многих работах. Очень интересна гипотеза разрушения озона в результате «водородной продувки», вулканического воздействия и дегазации недр.

Извержения вулканов поставляют огромное количество компонентов на высоту стратосферы. Например, постоянно действующий вулкан Эребус (3 797 м, 77,52° ю. ш. и 167,15° в. д.) согласно исследованиям, проведенным в начале 1990-х гг. выбрасывает ежедневно 90 тонн хлористого водорода HCl даже в относительно спокойный период. Поскольку HCl попадает практически непосредственно в стратосферу, он должен накапливаться в зимнее время внутри циркумполярного вихря и разлагаться, давая атомарный хлор. Этот вулкан находится в прямой видимости со станции Мак–Мердо, где как раз в период его наибольшей активности изучали озоновую дыру.

Именно тогда решили, что озоновая дыра увеличивается в результате попадания в атмосферу фреонов! Кроме хлористого водорода, вулканы извергают огромное количество пара, водорода и других компонентов, далеко не безопасных для озонового слоя. В результате вышесказанного становится ясно, что баланс образования и разрушения озона связан с количественным влиянием множества факторов, которые до сих пор мало или совсем не изучены, не определены размеры этих влияний, поэтому имеющиеся знания не позволяют сделать достоверные и корректные выводы. Связывать же разрушение озоновой оболочки с влиянием одного фактора не научно. Литературный анализ позволяет сделать некоторые заключения о проблеме озоноопасности фреонов метанового ряда [33].

Известно, что:

- озоновый слой изучается менее 50 лет;
- время жизни фреонов метанового ряда – более 50 – 70 лет в атмосфере;
- не изучены вклады тех или иных процессов;

- фреоны используются как инертная среда для получения неустойчивых, очень реакционноспособных, взрывчатых озонидов металлов;
- во всех доводах и расчетах практически всеми учитываются только фотохимические реакции и игнорируются другие химические процессы, а также химические циклы;
- не изучено влияние на химические процессы давления P , температуры T , количественного состава веществ X в зоне озонового слоя;
- не известно, какую роль могут играть ионные процессы (хотя ионы присутствуют в стратосфере, и они ничуть не «хуже», чем такие же частицы на высоте 60 км, тем не менее принята концепция ионосферы, связанная с распространением радиоволн: ионосфера начинается на высоте 50 – 60 км);
- озоноразрушающих факторов много и вклады их в разрушение озона мало либо совсем не изучены. Вот некоторое их количество:
 - космические процессы: влияние солнечной активности, магнитное поле Земли и т. д.;
 - геологические процессы: вулканизм, глубинная водородная дегазация, землетрясения и т.п.;
 - естественные процессы: лесные пожары, пылевые бури, образование аэрозолей, молниевые разряды, Эль–Ниньо и т. д.;
 - динамические процессы в атмосфере: внутренние гравитационные, турбулентная диффузия в стратосфере, циклонические процессы и т. д.
 - антропогенные причины: сверхзвуковая авиация, применение азотных удобрений, ядерные взрывы, импульсный разряд и ударная волна, использование фреонов. Данные об озоноразрушающем потенциале (ОДП) фреонов на сайте NASA в Интернете, на которые ссылается И.К. Ларин, представляют собой четкую зависимость озоноразрушающего потенциала от времени жизни этих фреонов.

Как и какими расчетами получены такие данные, в статьях не приводится, но делается вывод, что, если фреоны быстро распадаются, они менее опасны для озона, т. к. успевают распасться уже в тропосфере (у поверхности Земли) и не могут попасть в стратосферу.

Но, как правило, соединения, если они легко распадаются, должны образовывать более прочные связи с другими компонентами, т. е. короткое время жизни не является показателем их безвредности, особенно если учесть образование фосгена при распаде. Поэтому эти данные также вызывают сомнения. В.А. Исидоров справедливо предупреждает о токсичности «озонобезопасных» фреонов, в результате реакций которых образуется ядовитый газ фосген $CF_2 = O$, причем в лабораторных условиях он образуется со 100-процентным выходом, и дополнительно на каждую молекулу фосгена образуются активные радикалы хлора Cl^* – вредного для озона. Стоит учесть тот факт, что так называемые «озонобезопасные» фреоны – фреоны с большим количеством углеродных атомов в молекуле. Это значит, что выход фосгена увеличивается пропорционально количеству атомов углерода. Фосген уже образуется в зоне горящей сигареты при температурах выше 400 °С, и он накапливается в нижних слоях тропосферы достаточно быстро, так что возникает угроза для жизни людей . Мы не можем рассмотреть такие ре-

						13.04.01.2020.263.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			81

акции в рамках данной статьи, но их можно увидеть в учебниках химии или в справочной литературе, где также приводятся и энергии связей между атомами в молекулах и методы расчетов устойчивости молекул по данным об энергиях связей в зависимости от условий. Многие ученые высказывают сомнения по поводу влияния фреонов метанового ряда на озоновый слой. Озоновый слой начали изучать менее пятидесяти лет назад, а время «жизни» таких фреонов – более 50–70 лет. Тем более вызывают недоумение выводы, сделанные на основании всего лишь предположения: «Разве не возможно, что они (ХФУ) вместе со своим хлорным компонентом попадают в стратосферу? Если, так, то они рано или поздно должны подвергнуться разложению под действием ультрафиолетового излучения Солнца. При этом должен высвободиться хлор, который может вступать в реакцию со стратосферным озоном... Эта теория (Ш. Роулэнд и М. Молина) была опубликована в журнале «Nature» в июне 1974 года. Средства массовой информации привлекло предположение комментаторов о том, что причиной возросшей заболеваемости раком кожи может быть уменьшение озонового слоя». Анализ известных и приведенных данных позволяет сделать выводы: разрушение или образование озонового слоя является следствием сложных глобальных процессов, которые мало изучены, их количественное влияние на разрушение озона не определено; фреоны метанового ряда в результате своей инертности и устойчивости не могут служить причиной разрушения озонового слоя; принятие Монреальского протокола недостаточно научно обосновано. Уместно добавить, что запрету фреона 12 «помог» фреон 11, который широко использовался в аэрозольных упаковках и, естественно, непосредственно попадал в атмосферу. Ясно одно: любое химическое соединение синтетического производства может отрицательно влиять на природу. Не одно и то же, когда синтетическое вещество производится в огромных количествах и попадает в атмосферу или, когда оно производится для работы в замкнутых системах. Например, фреон 12 в агрегатах домашних холодильников работает десятилетиями. Можно исключить попадание фреонов в атмосферу: принять меры утилизации отработавшего фреона 12 или фреона 22. Запрещать же прогресс развития холодильной техники на базе фреонов метанового ряда и предлагать сомнительные варианты замены этих фреонов – равносильно торможению развития холодильной техники [33]. Помимо меньшего потребления энергии, кондиционеры, основанные на солнечной радиации, представляют меньший вклад разрушения озона (ODP) в воздействие парниковых газов и более низкие выбросы CO₂, чем те, которые основаны на электричестве.

С другой стороны, хлорфторуглеродные (ХФУ) и гидрохлорфторуглеродные (ГХФУ) газы, используемые в холодильных системах со сжатием паров, имеют более высокий уровень вклада в истощение озонового слоя и глобальное потепление. Эта проблема может быть устранена путем использования экологически чистых систем охлаждения. По сообщению Агентства по охране окружающей среды США, только на потребление энергии в зданиях приходится около 40% выбросов парниковых газов и других загрязнителей воздуха. Например, система абсорбции с одним эффектом сравнивалась с традиционной системой в Испании Rodriguez-Hidalgo. показать, что экономия количества выбросов CO₂ может составлять более 20% при использовании абсорбционной системы охлаждения с

					13.04.01.2020.263.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

коэффициентом полезного действия (COP) от 0,35 до 0,7. В другом исследовании Florides. показали, что использование R22 в 5-тонной холодильной системе может дать около 18 г CO₂ / кВт.ч системы охлаждения. Несколько исследований ранее выдвигали на первый план многообещающее влияние солнечной тепловой энергии на энергетические характеристики и сокращение выбросов парниковых газов в различных системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, таких как абсорбция, адсорбция, эжекторный осушитель и интегрированные фотоэлектрические системы охлаждения [23].

					<i>13.04.01.2020.263.01 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		83

8 БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

Инструкция по охране труда при работах по ремонту и обслуживанию систем вентиляции и кондиционирования.

8.1 Общие требования охраны труда

1 К самостоятельной работе по ремонту и обслуживанию вентиляционного оборудования и кондиционеров допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, вводный инструктаж, первичный инструктаж и обучение на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда, имеющие соответствующую квалификацию и группу по электробезопасности не ниже III.

2 Работник обязан:

- Правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты.
- Выполнять только ту работу, которая определена инструкцией по эксплуатации оборудования и должностной или рабочей инструкцией.
- Соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, режим труда и отдыха.

- Соблюдать требования охраны труда.

- немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве или об ухудшении состояния своего здоровья, в том числе о проявлении признаков острого профессионального заболевания (отравления).

- Проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, инструктаж по охране труда, проверку знаний требований охраны труда.

- Проходить обязательные периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры (обследования), а также проходить внеочередные медицинские осмотры (обследования) по направлению работодателя.

- Уметь оказывать первую помощь пострадавшим от действия электрического тока и при других несчастных случаях.

- Уметь применять первичные средства пожаротушения.

3 При обслуживании систем вентиляции и кондиционирования возможны воздействия следующих опасных и вредных производственных факторов:

- повышенного значения напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;

- подвижных частей производственного оборудования;

- повышенной температурой воздуха рабочей зоны;

- повышенного уровня шума;

- повышенной запыленности воздуха рабочей зоны;

- недостаточной освещенности рабочей зоны и расположения рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола).

					13.04.01.2020.263.01 ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 Работник должен быть обеспечен спецодеждой, спец обувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты.

5 При обслуживании вентиляционных установок должны быть соблюдены следующие требования:

- Вентиляционное оборудование может быть пущено в эксплуатацию только при условии ограждения решетками или кожухами приводных ремней, крыльчатки или лопастей, соединительных муфт и других вращающихся частей.

- Площадки, на которых смонтировано вентиляционное оборудование, стационарные лестницы к ним, а также отверстия в перекрытиях должны быть ограждены перилами.

- Воздуховоды, кронштейны под вентиляционное оборудование и аппаратуру, зонты и другие элементы вентиляционных систем на рабочих местах и в проходах должны быть размещены на высоте не менее 1,8 м от уровня пола.

- Все двери вентиляционных камер должны быть постоянно герметично закрыты. Крышки люков, подъемные зонты и т.п. должны быть снабжены устройствами для их закрепления в открытом (поднятом) положении.

6 На всех кожухах и крышках оборудования, закрывающих контакты с напряжением 42В и выше переменного тока, должен быть нанесен знак электрического напряжения и его величины для предупреждения обслуживающего персонала об опасности поражения электрическим током.

7 В случае травмированы или недомогания необходимо прекратить работу, известить об этом руководителя работ и обратиться в медицинское учреждение.

8 За невыполнение данной Инструкции виновные привлекаются к ответственности согласно законодательству.

8.2 Требования охраны труда перед началом работы

1 Привести в порядок рабочую одежду: застегнуть обшлага рукавов, волосы убрать под плотно облегающий головной убор. Работать в легкой обуви (тапочках, босоножках) запрещается.

2 Проверить и убедиться в наличии и исправности закрепленного инструмента, приспособлений по обеспечению безопасного производства работ, средств индивидуальной защиты, средств пожаротушения.

Инструмент, приспособления и детали расположить в удобном для пользования порядке.

3 Рабочее место привести в порядок, убрать все мешающие работе предметы, освободить проходы.

4 Для переноски рабочего инструмента к месту работы подготовить специальную сумку или ящик с несколькими отделениями.

5 Проверить, чтобы рабочее место было достаточно освещено. Напряжение переносных ламп не должно превышать 12 В. Вилки приборов на напряжение 12 В не должны входить в розетки на напряжение 220 В.

										Лист
										85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.263.01 ПЗ					

6 Перед чисткой, ремонтом и осмотром вентиляционных установок они должны быть обесточены с помощью коммутационной аппаратуры. Должны быть вывешены соответствующие плакаты.

7 Электрические провода и электроустановки, около которых должна производиться работа, должны быть обесточены на время производства работ; если это сделать невозможно, то должны быть выставлены ограждения, приняты меры к невозможности включения установок посторонними лицами [44] .

8 Работы производить по распоряжению руководителя работ с записью в журнале. Обо всех недостатках и неисправностях, обнаруженных при осмотре на рабочем месте, доложить старшему смены для принятия мер к их полному устранению.

8.3 Требования охраны труда во время работы

1 При ремонте калориферных вентиляционных установок выпустить из них воду или конденсат, отключить их от трубопроводов с энергоносителями (перегретой водой или паром) посредством запорной арматуры с установкой заглушки на гребешках вводов энергоносителей.

2 Перед пуском вентиляционной системы проверить:

- Исправность приводного ремня и его натяжение.
- Наличие ограждения приводных ремней, муфт, концов вала лопастей вентилятора и других вращающихся частей.
- Исправность контактов заземлений электромотора, его салазок и пусковых приборов.

- Произвести пробный пуск.

3 Надевать соскользнувший приводной ремень только после полной остановки электромотора и вентилятора.

4 Следить, чтобы во время работы установки подшипники не перегревались. При нагревании подшипников устранить причину нагревания. При осмотре и сборке подшипников следить, чтобы они не были сильно затянуты, и чтобы в них не попадали опилки, песок, пыль.

5 Следить, чтобы во время работы не перегревался кожух электромотора.

6 При работе ремня с ударами, при скольжении ремня остановить вентиляционный агрегат для ремонта.

7 Следить за исправным состоянием подвесок воздуховода и не допускать их провисания.

8 При осмотре пылеприемников и пылеочистительных сооружений, а также при очистке от пыли бункеров работу производить в защитных очках и респираторе. При очистке бункеров от пыли не загрязнять пылью окружающую среду.

9 При ручной очистке сухой пыли в камерах во избежание взрывов не допускать ударов, вызывающих искрение.

10 При производстве ремонта или осмотре оборудования на высоте следить за тем, чтобы в этих местах внизу не находились люди.

11 Разбираемые части складывать так, чтобы они не могли упасть и не мешали работе.

					13.04.01.2020.263.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

12 Запрещается загромождать вентиляционные камеры, каналы и площадки различными предметами.

13 Запрещается влезать внутрь каналов бункеров, укрытий, охладителей до выключения и полной остановки соответствующих установок, снятия плавких вставок, освобождения бункеров от пыли и проветривания внутренних частей установок.

14 При перерывах в работе вент камеру необходимо закрывать на ключ.

15 По окончании работ восстановить рабочую схему вентилятора.

8.4 Требования охраны труда в аварийных ситуациях

1 При возникновении аварии и ситуаций, которые могут привести к авариям и несчастным случаям, необходимо:

- Немедленно прекратить работы и известить руководителя работ.
- Под руководством руководителя работ оперативно принять меры по устранению причин аварий или ситуаций, которые могут привести к авариям или несчастным случаям. В тех случаях, когда неисправность оборудования представляет опасность для людей или самого оборудования, работник, ее обнаруживший, обязан принять меры по прекращению действия оборудования, а затем известить об этом руководителя.

Устранение неисправности производится при соблюдении требований безопасности.

- При обнаружении постороннего напряжения на оборудовании необходимо немедленно прекратить работу и доложить старшему смены.

- При обнаружении стука или шума в вентиляторе необходимо немедленно выключить электромотор и приступить к осмотру и ремонту вентилятора.

- При обнаружении неравномерности хода вентилятора, прогиба вала, прогибов или разрыва лопаток, следует немедленно сообщить начальнику участка и не допускать агрегат в работу до его исправления.

2 При возникновении пожара, задымлении:

- Немедленно сообщить в пожарную охрану, оповестить работающих, поставить в известность руководителя подразделения, сообщить о возгорании на пост охраны.

- Открыть запасные выходы из здания, обесточить электропитание, закрыть окна и прикрыть двери.

- Приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения, если это не сопряжено с риском для жизни.

- Организовать встречу пожарной команды.

- Покинуть здание и находиться в зоне эвакуации.

3 При несчастном случае:

- Немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в медицинскую организацию.

- Принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной или иной чрезвычайной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других

					13.04.01.2020.263.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

- Принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной или иной чрезвычайной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц.

4 Сохранить до начала расследования несчастного случая обстановку, какой она была на момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью других лиц и не ведет к катастрофе, аварии или возникновению иных чрезвычайных обстоятельств, а в случае невозможности ее сохранения – зафиксировать сложившуюся обстановку (составить схемы, провести другие мероприятия).

8.5 Требования охраны труда по окончании работы

1 Отключить и убрать переносные светильники (если использовались для организации местного освещения).

2 Убрать детали, материалы, приспособления и инструмент в отведенные для этого места.

3 Привести в порядок рабочее место.

4 Сообщить о недостатках, обнаруженных в вентиляционных установках, оборудовании и инструмент.

8.6 Работы на высоте

1 Все детали лестниц и стремянок должны иметь гладкую обструганную поверхность, не иметь трещин. Лестницы должны иметь инвентарные номера и испытываться один раз в 6 месяцев.

Лестницы должны быть изготовлены в соответствии с требованиями нормативно - технической документации.

2 Запрещается применение деревянных лестниц и стремянок, сбитых гвоздями, без врезки ступеней в тетивы и без крепления тетив болтами.

3 Длина приставной лестницы должна обеспечивать возможность производства работ стоя на ступеньке, находящейся на расстоянии не менее 1 м от верхнего конца лестницы, и не должна превышать 5 м. В случае недостаточной длины запрещается устраивать опорные сооружения из ящиков, бочек и т.п., а также устанавливать приставные лестницы с углом наклона к горизонту более 75° без дополнительного крепления верхней части.

4 Нижние концы переносных лестниц, устанавливаемых на землю, должны иметь оковки с острыми наконечниками, а при пользовании ими на гладких и шероховатых полах должны иметь башмаки из резины или другого нескользящего материала. При необходимости верхние концы лестниц должны иметь специальные крюки.

5 Площадки стремянок высотой 1,3 м и более должны иметь ограждения или упоры.

6 Раздвижные лестницы - стремянки должны иметь запорное устройство, исключающее возможность самопроизвольного раздвигания при работе.

7 Работать с двух верхних ступеней стремянок, не имеющих перил или упоров, и приставных лестниц, а также находиться на ступеньках более чем одному человеку запрещается.

8 Переходить на высоте с приставной лестницы или стремянки на другую запрещается.

9 Запрещается работать на лестницах около и над работающими машинами, транспортерами и т.п., а также с использованием электрического и механизированного инструмента.

10 Прежде чем приступить к работе на лестнице, нужно обеспечить ее устойчивость, а затем путем осмотра и опробования убедиться в том, что она не может соскользнуть с места или быть случайно сдвинута.

11 Если нельзя прочно закрепить верх лестницы, а также при работах в местах с движением людей, для предупреждения падения лестницы от случайных толчков необходимо, чтобы лестницу придерживал другой работник.

12 Для работы на высоте на маршах лестничных клеток должны устраиваться специальные настилы [44].

					13.04.01.2020.263.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

9 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

1 Здания представляют самый большой и наиболее рентабельный потенциал для экономии энергии. Исследования также показали, что энергосбережение является наиболее экономически эффективным методом сокращения выбросов парниковых газов. кондиционеры и тепловые насосы (НП), работающие на синтетических хладагентах, таких как хлорфторуглероды (ХФУ), гидрохлорфторуглероды (ГХФУ) и гидрофторуглероды (ГФУ). Будучи выпущенными в атмосферу, такие хладагенты разрушают озоновый слой и способствуют парниковому эффекту. Солнечная энергия в арабских странах, имеет эффект очень ясно, где интенсивность солнечного излучения превышает 2800 Вт/м². Климат Ирака характеризуется высокими температурами летом и умеренными зимой, самые высокие значения температуры в июне, июле и августе между 43°C и 50°C в середине дня. Ирак расположен недалеко от солнечного пояса, который получает количество солнечного излучения в среднем (6,5-7) киловатт-часов на квадратный метр. Периоды солнечной яркости колеблются от 2800 до 3300 часов в год. Это дает Ираку необходимую квалификацию для использования солнечной энергии. Самая высокая фактическая яркость солнца в июне составляет в среднем 11,4 часа в день, а самая низкая в январе - 6,3 часа в день. Пустыня в западном Ираке имеет наибольшую мощность производства солнечной электроэнергии (1776 МДж / м²) из всех региональных пустынь. Только иракские пустыни генерируют среднюю плотность мощности 3140–3373 МДж / м², достигая пиковой плотности мощности 26 860 МДж / м² / год по данным Немецкого аэрокосмического центра . Анализ доходов от солнечной энергии в Ираке приводит к тому, что среднее количество солнечных часов составляет около 37000 часов в год. Процент солнечных часов в Ираке зимой составляет около 50-60% дневных часов и около 90% летом. Максимальная плотность от солнечной радиации составляет около 25 МДж / м²/день на севере Ирака и около 27 МДж / м²/день в южных регионах. Климат пустыни Наджаф характеризуется жарким сухим, летом Средние высокие температуры от 14°C (январь) до 42°C (июль). поэтому Солнечная энергия является практическим решением для этого города. Использование солнечной энергии является одной наиболее важных областей для альтернативной энергетики, особенно Ирака, поскольку Ирак имеет большой потенциал для развития солнечной энергии из-за климатических условий.

2 Плоские солнечные коллекторы (ФРС) безусловно, наиболее используемый тип коллектора. ФРС обычно используются для низкотемпературных применений до 100 °C . Плоские коллекторы (ФРС) являются наиболее широко используемым видом коллекторов в мире бытовых систем водяного отопления и солнечного отопления / охлаждения. плоский солнечный коллектор дешевле, чем другие типы солнечных коллекторов и может быть легче интегрирован со структурой здания (фасад интегрирован / крыша интегрирована). И он работает при температурах ниже, чем у остальных солнечных коллекторов. Мы используем солнечные тепловых коллекторов в системах отопления и охлаждения благодаря , из-за высокой стоимости установки фотоэлектрических элементов, необходимых для производства электричества, достаточного для питания системы сжатия. Системы

									Лист
									90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.04.01.2020.263.01 ПЗ				

10 ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Целью экономической части проекта является оценка экономической эффективности принятых решений и анализ экономических результатов. Для этого решаются следующие задачи:

1. Определение варианта 1 внешнего электроснабжения по проекту Разработка системы холодоснабжения жилого здания при использовании возобновляемого источника энергии на основе кондиционера и солнечного коллектора;
2. Альтернативным выбирается вариант 2 получение электрической энергии, получаемой от чиллера, имеющего источник невозобновляемой энергии;
3. Расчет капитальных вложений по варианту 1 включает капитальные затраты на покупку абсорбционной системы и сооружение солнечного коллектора.
4. Текущие затраты по варианту 1:
 - техническое обслуживание солнечного коллектора принимаются в размере 1% от капитальных затрат;
 - операционные расходы, связанные с аккумулярованием солнечной энергии, принимаются в оценке стоимости электроэнергии для работы градирни и насосов в размере 12% от стоимости оборудования [53].
5. Оценка экономической эффективности проекта методом срока окупаемости.

10.1. Расчет капитальных и текущих затрат по проекту

Основные базовые данные приведены в табл. 10.1. Основные данные для абсорбционной системы предоставляются с солнечным коллектором, стоимость установки и обслуживания, а также стоимость других компонентов по данным [53, 54].

Таблица 10.1 — Стоимость компонентов по варианту 1 абсорбционной системы и коллектора

Компонент	Стоимость, тыс. руб.
Абсорбционной чиллер	736,00
Солнечный коллектор	448,50
Градирни	154,00
Бак собирает горячую воду	10,00
Танк собирает холодную воду	6,00
Стоимость электроэнергии для работы градирни и насос кВт .ч .6 месяц	54,00
ИТОГО, К1	1408,50

Операционные затраты по варианту И01:

$$И01 = 1408,50 \times 0,12 = 169 \text{ тыс. руб. в год}$$

Расходы на техническое обслуживание солнечного коллектора Ит1 по варианту 1:

$$Ит1 = 1408,5 \times 0,1 = 14 \text{ тыс.руб./год}$$

Всего текущих затрат по варианту 1 (10.1):

$$И1 = Ио1 + Ит1 \quad (10.1)$$

$$И1 = 169,00 + 14,00 = 183,00 \text{ тыс.руб./год}$$

Стоимость стандартного чиллера К2, питающегося от источника электроэнергии невозобновляемого типа по варианту 2 определена в размере 800,4 тыс.руб.

Операционные затраты Ио2 по варианту 2:

$$Ио2 = 800,4 \times 0,12 = 96,05 \text{ тыс.руб./год}$$

Расходы на техническое обслуживание Ит2 по варианту 2:

$$Ит2 = 800,4 \times 0,2 = 16,008 \text{ тыс.руб./год}$$

Затраты на электрическую энергию Иэ2 по варианту 2:

$$Иэ2 = 49680 \times 5 = 248,40 \text{ тыс.руб./год}$$

За год потребляется 23 кВт.ч. Стоимость 1 кВт.ч энергии для предприятий в настоящее время составляет 5руб. Период использования системы составляет шесть месяцев в год.

Годовая выработка электроэнергии ($E_{год}$), вырабатываемая для абсорбционной чиллер, рассчитывается по следующему уравнению:

$$E_{год} = 23 \text{ кВт} \times 180 \text{ дней} \times 12 \text{ час.} = 49680 \text{ кВтч}$$

Всего текущих затрат по варианту 2 (10.2):

$$И2 = Ио2 + Ит2 + Иэ2 \quad (10.2)$$

$$И2 = 96,05 + 16,01 + 248,40 = 360,50 \text{ тыс.руб./год}$$

10.2 Расчет срока окупаемости проекта

Нормативный срок окупаемости станции составляет 5 лет.

Срок окупаемости проекта вычисляется по формуле (10.3):

$$T_{ок} = \frac{K1 - K2}{И2 - И1} \quad (10.3)$$

где $K1$ – капитальные затраты по варианту 1, тыс.руб.;

$K2$ – капитальные затраты по варианту 2, тыс.руб.;

									Лист
									94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

И1 – текущие затраты по варианту 1, тыс.руб./год;

И1 – текущие затраты по варианту 2, тыс.руб./год.

10.3 Качественный анализ вариантов проектных решений

Для того чтобы обоснованно принять решение о целесообразности вносимых изменений на предприятии проведем сравнительный анализ двух вариантов методом SWOT.

Для этого составляются две матрицы, в квадрантах которых приводятся сильные (S), слабые (W) стороны каждого варианта, его возможности (O) и угрозы (T) существованию данного варианта на предприятии.

В таблице 10.3 представлен SWOT-анализ варианта 1.

Таблица 10.2 – SWOT-анализ варианта 1 (абсорбционная система с солнечным коллектором)

S:	W:
<ul style="list-style-type: none">• Реалистичность сооружения и высокая надежность эксплуатации;• Низкие эксплуатационные расходы	<ul style="list-style-type: none">• Высокие капитальные затраты на сооружение абсорбционной системы;• Оборудование, необходимое для тестирования
O:	T:
Подключение дополнительных потребителей энергии	<ul style="list-style-type: none">• Возможны при изменении климата

SWOT-анализ варианта 2 представлен в таблице 10.3.

Таблица 10.3 – SWOT-анализ варианта 2 (использование чиллера, потребляющего электрическую энергию от невозобновляемых традиционных источников)

S:	W:
<ul style="list-style-type: none">• Низкие капитальные затраты;• Сокращение времени на сооружение объекта	<ul style="list-style-type: none">• Высокие эксплуатационные расходы• Усложнение эксплуатации;• Ограниченные условия применения;Повышенные эксплуатационные расходы
O:	T:
<ul style="list-style-type: none">• Трудности подвода электроэнергии для удаленных жилых объектов	Внешних угроз нет

Вывод: Главным ограничением первого варианта, являются высокие капитальные затраты на сооружение абсорбционной системы с солнечным коллектором, однако он представляется более рациональным, так как расчетный срок окупаемости составляет 3,4 года и не превышает нормативный.

10.4 Модель поля сил реализации проекта

Для выявления движущих и сдерживающих сил реализации проекта используем график поля сил, предполагающий существование двух групп сил факторов противоположного типа, сохраняющих равновесие на предприятии. Мощность силы отражается её толщиной. Из анализа суммарной мощности этих сил мы делаем вывод о возможности реализации изменения. Любую организацию можно рассматривать как модель, находящуюся в состоянии равновесия между движущими и сдерживающими силами реализации целей. Поле сил характеризует организационную надежность состояния предприятия, устойчивость и направленность развития. Рассмотрим значение влияния движущих сил. Наиболее важным фактором является наличие необходимых денежных средств на покупку оборудования абсорбционной системы. Также важным является то, что это экологически чистая, возобновляемая энергия. Влияние сдерживающих сил. Значительные трудности при реализации намеченного проекта вызовет высокая стоимость оборудования. Модель оценки дисбаланса сил при реализации проекта представлена на рисунке 10.1.

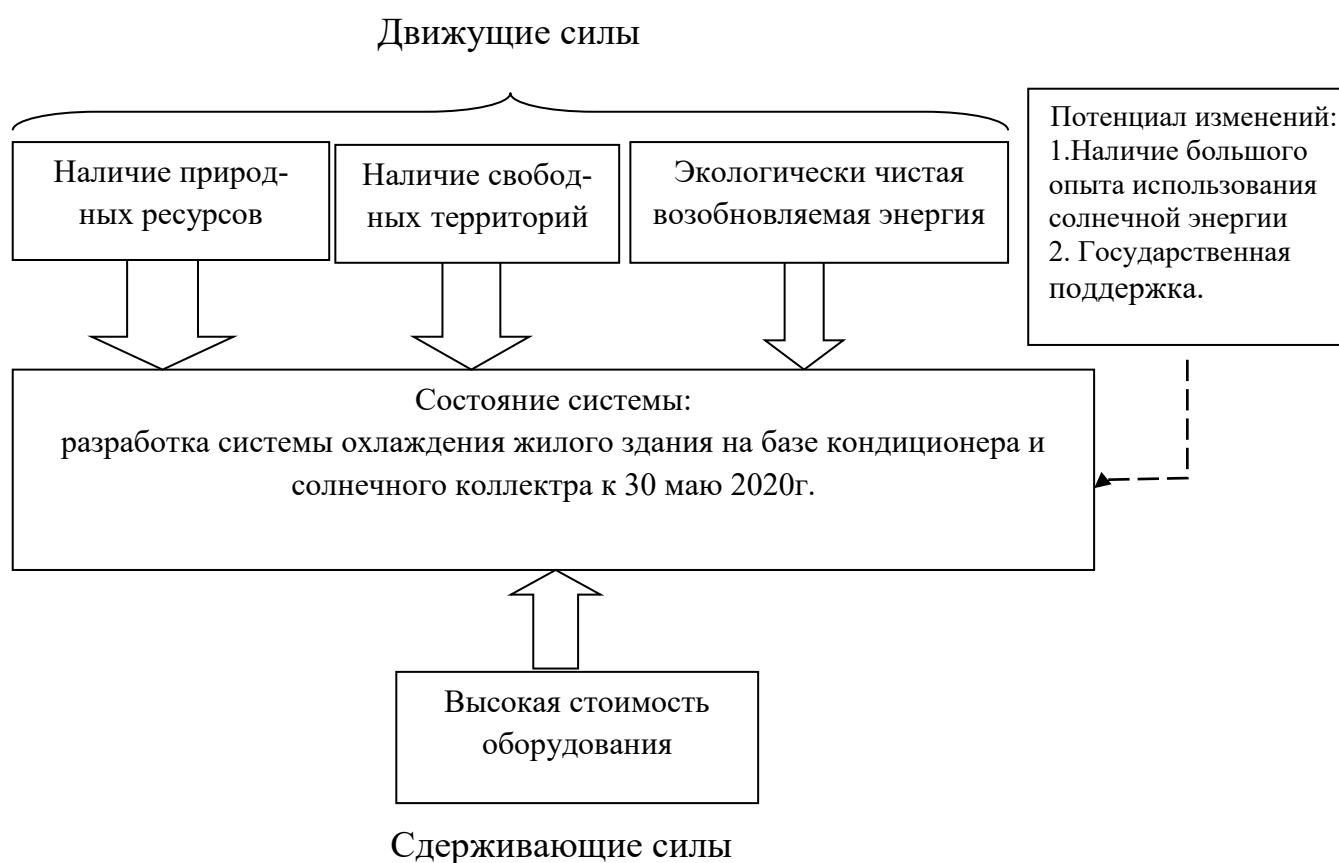


Рисунок 10.1 – Модель оценки дисбаланса сил при реализации проекта

Вывод: Из анализа поля сил, видим, что суммарная мощность движущих сил преобладает над суммарной мощностью сдерживающих сил, следовательно, поставленная цель выполнима.

10.5 Модель дерева целей проекта

Дерево целей представляет собой структурную модель, показывающую соподчиненность и связь целей подразделений в иерархии управления. Для его построения сверхзадача высшего уровня или миссия предприятия делится на проектные цели его подразделений и операционные цели его исполнителей. Дерево целей представлено на рисунке А.1 (Приложение А).

10.6 План-график Ганта по реализации целей проекта

Комплекс работ по реализации целей может быть показан в виде ленточного графика по этапам работ дипломного проекта. По этапам назначаются исполнители и ориентировочная продолжительность работы. Отразим план-график Ганта в таблице 10.4.

Таблица 10.4 – План-график Ганта по реализации целей на 2019-2020 гг.

Этап работы	Исполнитель (должность)	Кол-во исполн.	Продолжительность этапа, месяцев													
			2019 год						2020 год							
			6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
1. Проанализировать состояние проекта	Специалист проектного отдела	2	■													
2. Изучить актуальность темы для Наджаф республики Ирак	Исследователь	1		■	■	■										
3. Изучить необходимое сравнение технологий	Мастер	2					■									
4. Разработка системы холодоснабжения жилого здания на базе кондиционера и солнечного коллектора	Исследователь	1						■								
5. Теоретические расчеты	Исследователь	1							■							
6. Выбор воздуховода	Исследователь	1								■	■					
7. контрольно-измерительные приборы и автоматика	Исследователь	1										■	■	■		
8. Вопросы экологии и безопасность труда	Исследователь	1											■	■		
9. Обсуждение результатов	Исследователь	1												■	■	
10. Экономическая часть работы	Исследователь	1												■	■	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой исследовании описывается абсорбционное охлаждение для здания, в котором проживают четыре члена в священном городе Наджаф, с теплой атмосферой, где были рассчитаны наиболее важные параметры абсорбционного охлаждения, и именно здесь солнечная радиация очень велика, поэтому дорогие солнечные коллекторы не нужны. Вы можете получить температуру 90°C с помощью простейшего типа солнечного коллектора, потому что температура воздуха слишком высока, иногда даже до 50°C , в городе Наджаф в 2013 году была зафиксирована температура 54°C . Выбрали 22 солнечных коллектора марки FR-GV2.15. Если мы рассмотрим суммы массовых расходов воды во время цикла абсорбционной системы охлаждения, мы получаем информацию о необходимой электрической мощности для работы водяных насосов и о том, не дорогая, так как расход воды немного по сравнению с объемом охлаждения системы.

Этого ожидают от системы абсорбции охлаждения, где преимущество этих систем в стоимости эксплуатации низлежащей. Это одна из особенностей системы в дополнение к стоимости низкого периодического технического обслуживания этих систем, так как срок годности более 25 лет и не требуют каких-либо сложных или значительных работ по техническому обслуживанию или замене ключевых частей системы, что заставляет клиента переходить на такие системы для охлаждения домов и не ограничивается использованием таких систем на складах охлаждения и в больших зданиях. С точки зрения стоимости первичной инаугурации быть относительно высоким по сравнению с высокоэффективным коэффициентом цикла охлаждения сжатым воздухом благодаря наличию электрического поршня, но, если учесть коэффициент производительности цикла охлаждения, абсорбционной системы будет хорошей, потому что мы не теряем ничего лишнего чтобы получить требуемую энергию там, где она получена от солнца, и быть практически свободной.

Главным ограничением, являются высокие капитальные затраты на сооружение абсорбционной системы с солнечным коллектором, он представляется более рациональным, так как расчетный срок окупаемости составляет 3,4 года и не превышает нормативный.

Точки зрения загрязнения - это цикл охлаждения-абсорбции лучших систем охлаждения, где это экологически чистая часть установки, эксплуатации и обслуживания, где на солнечной энергии расходуется очень мало электроэнергии, поэтому в этой системе использовалась вода, потому что это в изобилии и недорогой и нетоксичный и экологически чистый. В этих системах отсутствуют выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, в отличие от электрического охлаждающего цикла со сжатым воздухом, где в нем содержится много крупных загрязняющих веществ, и даже шум является одним из загрязняющих веществ в системе.

Если мы хотим повысить эффективность использования абсорбционной системы и солнечного коллектора, нам нужна установка Солнечный коллектор площадью более 47 M^2 . (Проектная мощность солнечного коллектора в исследовании) или мы используем резервный нагреватель, и мы увеличиваем количество

										Лист
										98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.04.01.2020.263.01 ПЗ

резервуаров, предназначенных для сбора горячей и холодной воды, и увеличиваем количество вентиляторов).

					<i>13.04.01.2020.263.01 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		99

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Модель дерева целей проекта

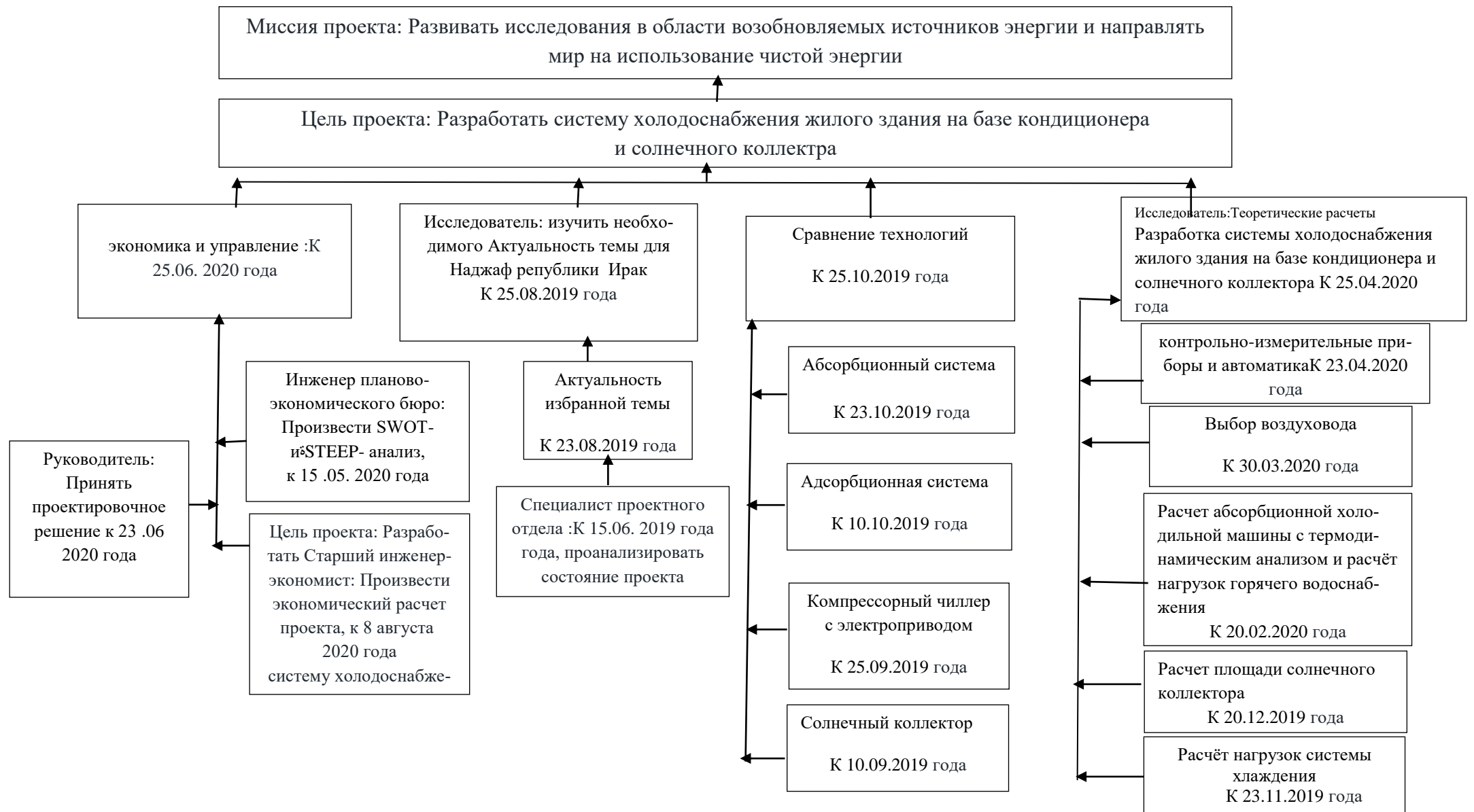


Рисунок А.1 – Модел дерево целей проекта