



**Тема роботи: “РОЗРОБКА СИСТЕМ ОТРИМАННЯ ВОДИ
З АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА БАЗІ СОНЯЧНИХ
КОЛЕКТОРІВ ТА ТЕПЛОВИКОРИСТОВУЮЧИХ
ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН І АГРЕГАТІВ ПОДВІЙНОГО
ВИКОРИСТАННЯ” (01.01.2017 р. – 31.12.2018 р.)**

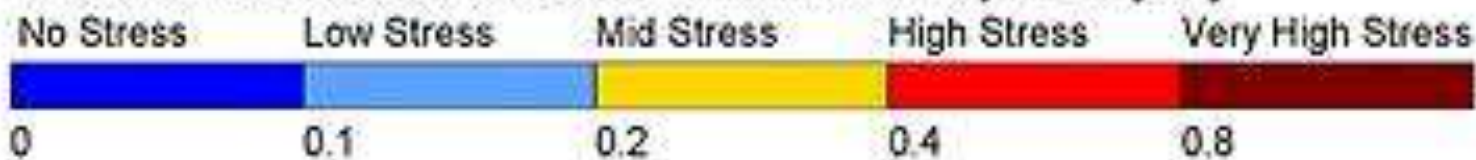
Науковий керівник: Тітлов Олександр Сергійович

**Відповідальний виконавець: Дорошенко Олександр
Вікторович**

- Общеизвестно, что самым ценным ресурсом на планете в ближайшее время станет вода, а борьба за водные ресурсы в мире является одним из факторов в современных вооруженных конфликтах и, эта тенденция будет только расти в обозримом будущем.
- Для содействия в решении этой проблемы, в декабре 2003 года Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций объявила 2005–2015 годы Международным десятилетием действий «Вода для жизни». По данным ООН:



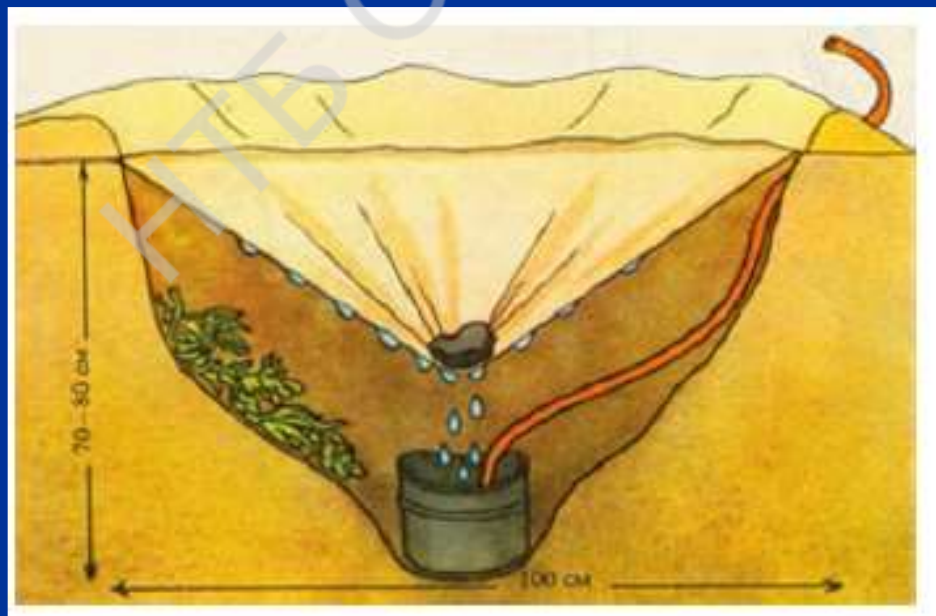
Water Stress Indicator: Withdrawal-to-Availability Ratio [CR]



- Около 70 процентов поверхности земного шара покрыто водой, однако на 97,5 процента она состоит из соленой воды. Оставшиеся 2,5 процента приходятся на пресную воду, почти две трети которой находится в замороженном состоянии в ледниковых шапках. Между тем, основная часть пресной воды находится в 1 километровом слое атмосферы. Ее суммарный объем составляет не менее 1.000,000,000,000,000 литров. Поэтому одной из важнейших задач является развитие технологий позволяющих извлекать воду из воздуха, причем непосредственно на месте, где она необходима.

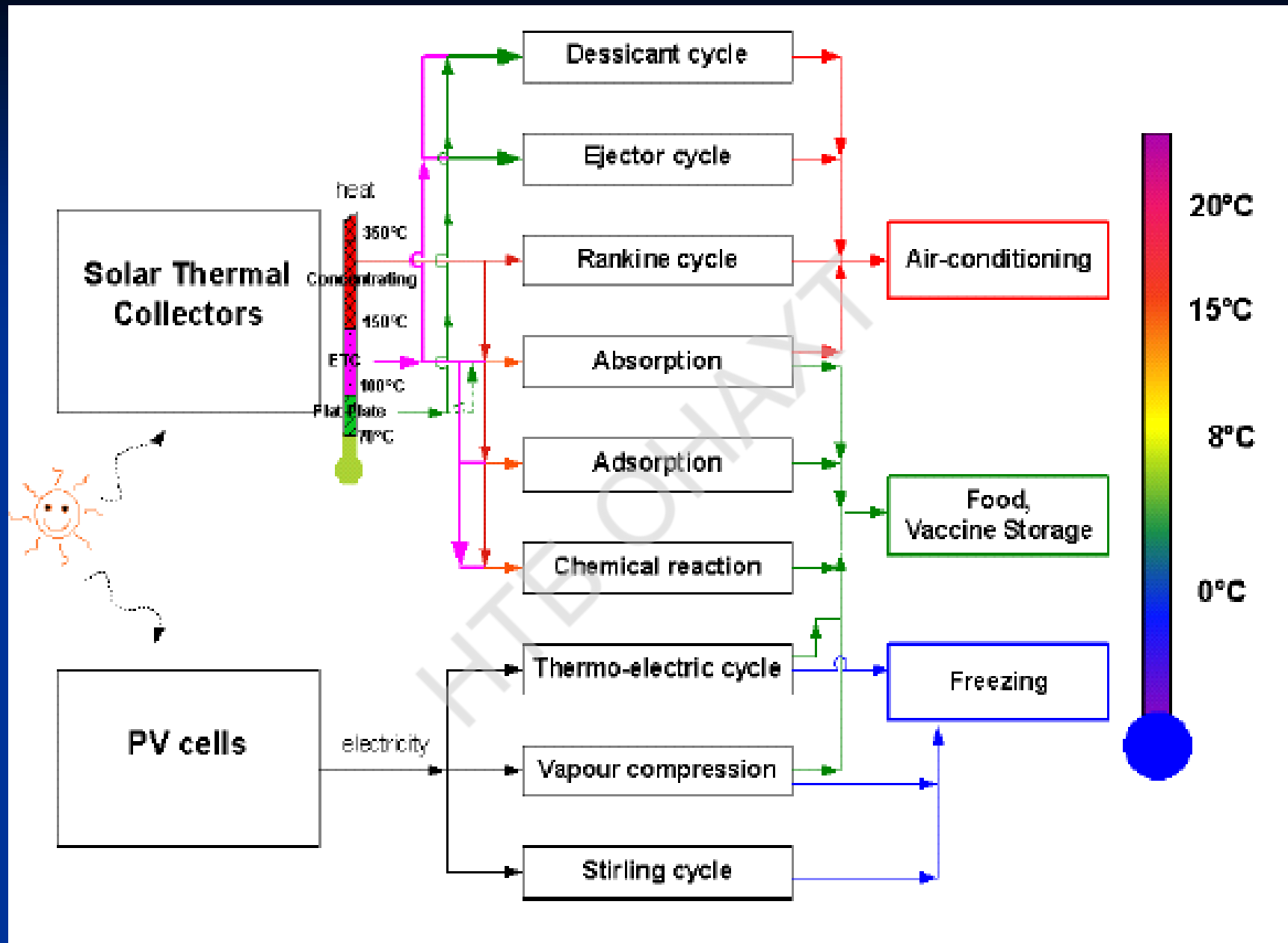
С древних времен пресную воду, в очень ограниченных количествах, получали путем сбора сконденсированных капель из воздуха в результате естественного суточного радиационного охлаждения земной поверхности (охлаждение в ночное время пористых камней с образованием росы).

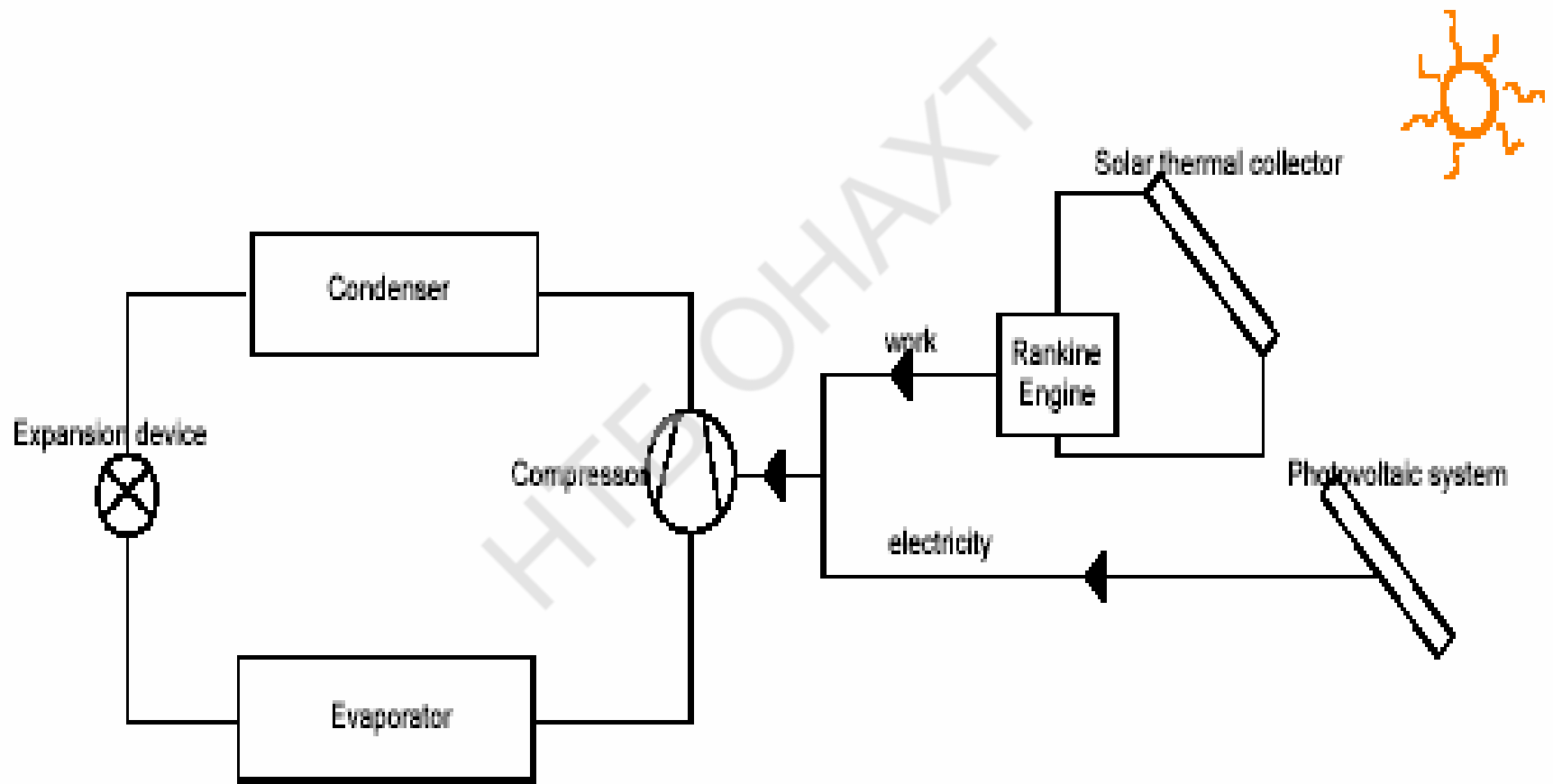
Эта, веками отлаженная технология, позволяет собирать воду даже в пустыне. Например, в Нуакшоте (Мавритания) средняя месячная температура в мае–октябре составляет 27–30 °С, относительная влажность 60–80 %. Это означает, что в каждом кубическом метре воздуха содержится 20–24 г воды. При понижении температуры на 10–15 °С из каждого кубического метра можно выделить 10–14 г воды. В Израиле, например, 190–200 ночей характеризуются выгодными условиями для получения пресной воды из атмосферного воздуха (в Ашдоте, Тель-Авиве очень часто летом бывает 100 %-ная влажность воздуха)

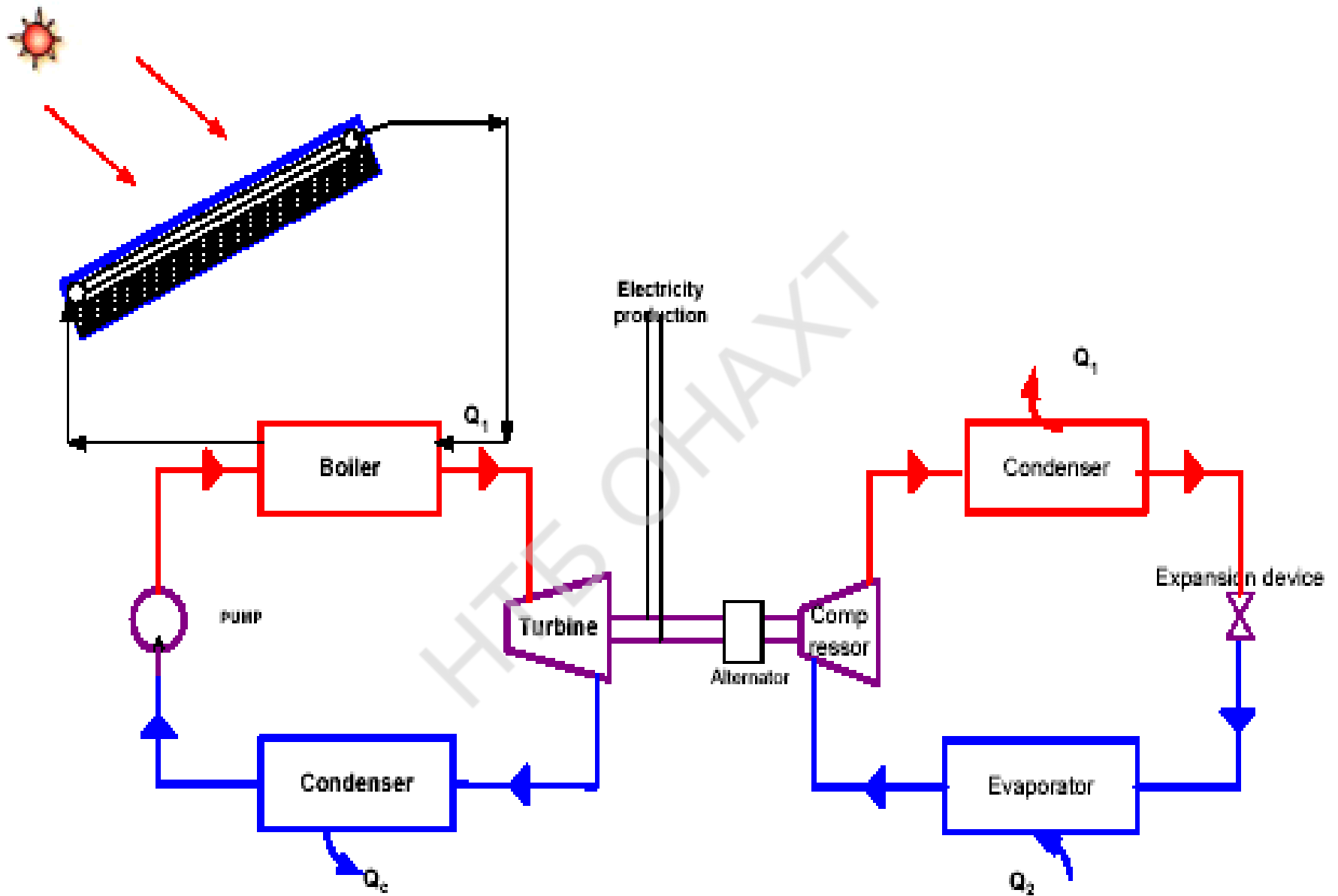








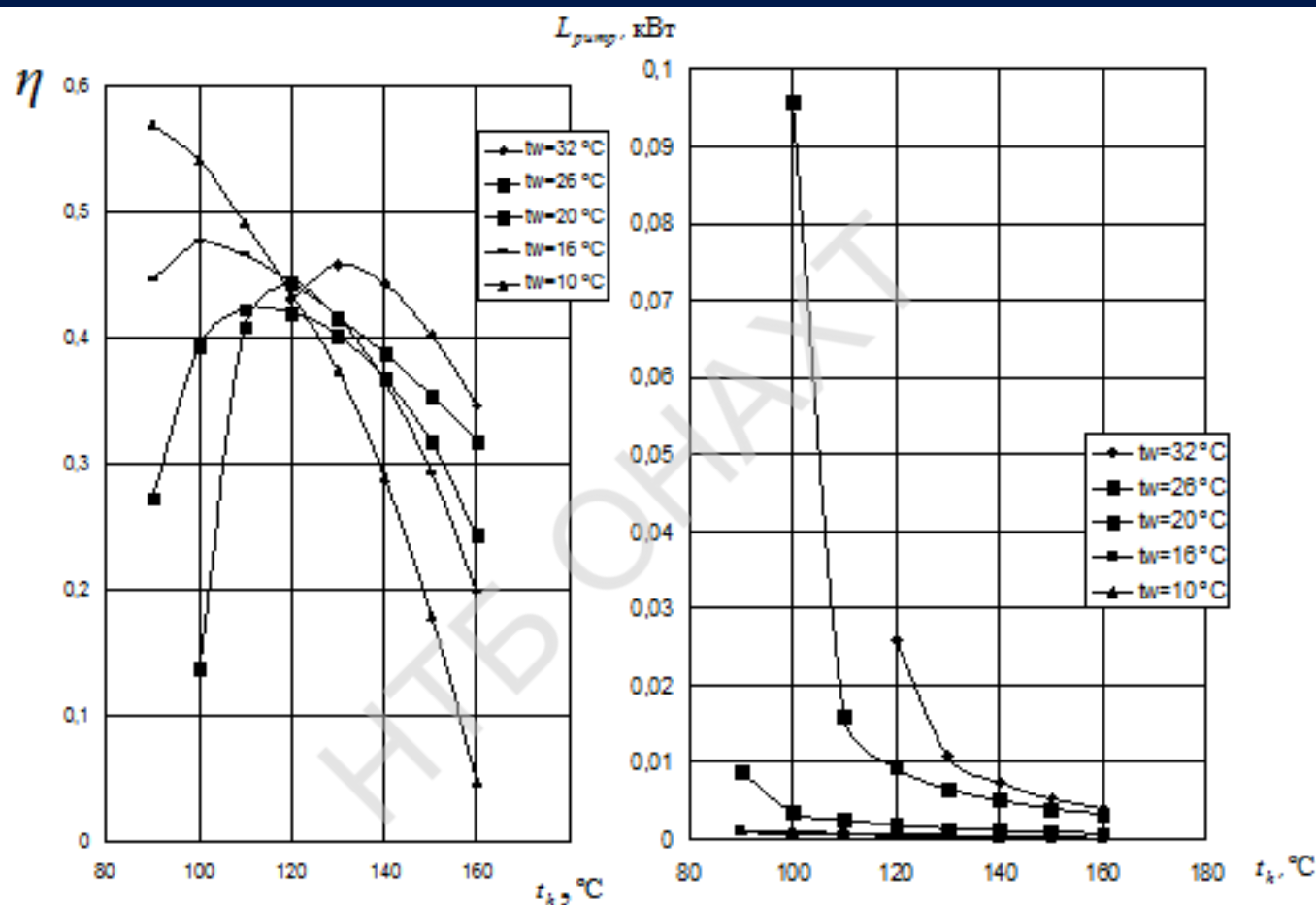




НТБ ОНАХТ

Н

Вс



Зависимость температуры греющего источника от температуры охлаждающей среды при различных значениях температуры объекта охлаждения и при максимальном значении теплового коэффициента

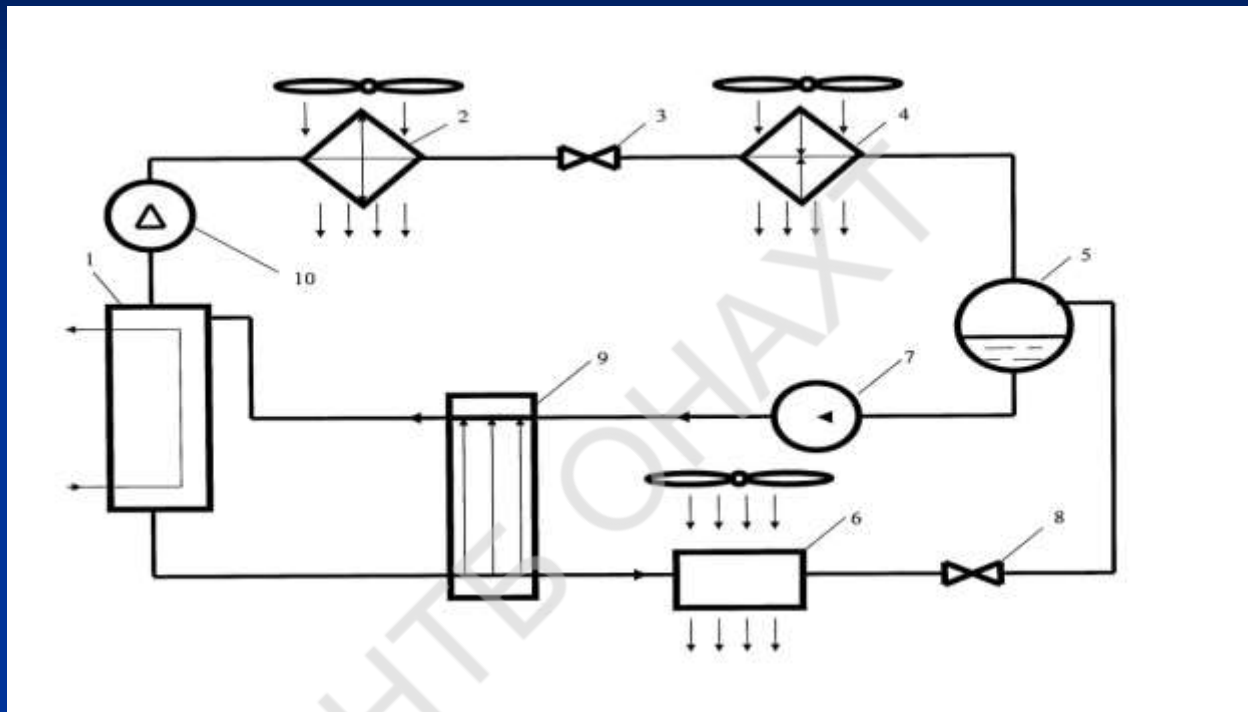
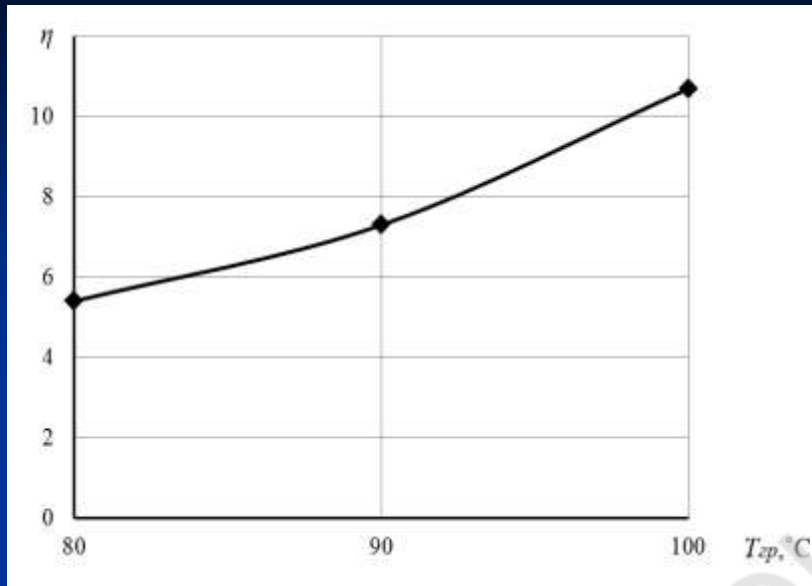
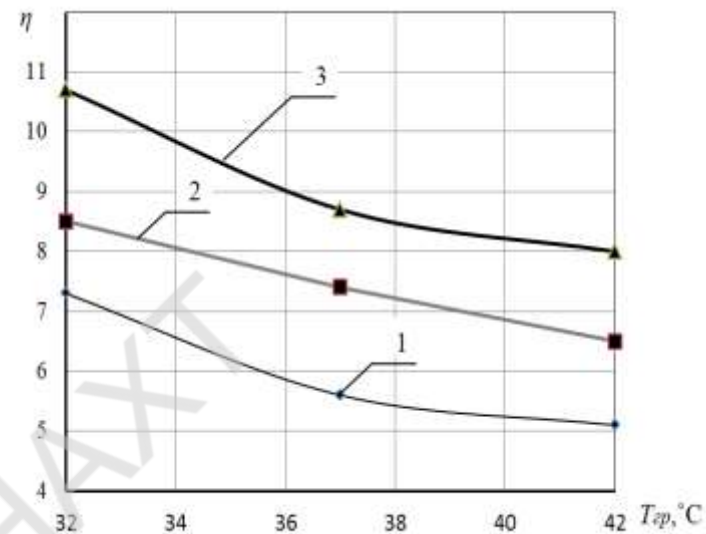


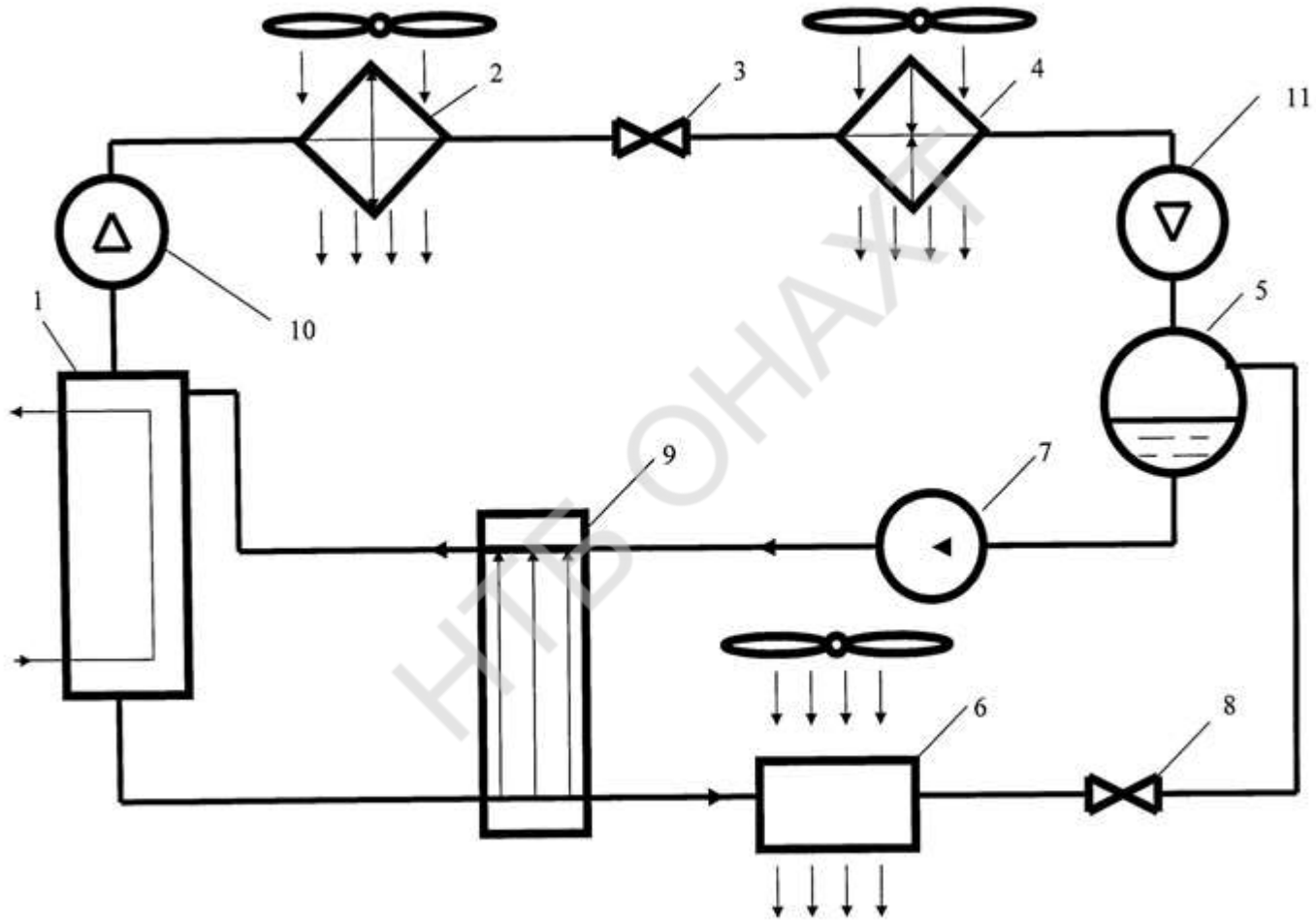
Схема АВХМ с поджимающим бустер-компрессором перед конденсатором:
 1 – генератор-кипятильник; 2 – воздушный конденсатор; 3 – дроссель жидкого аммиака; 4 – воздухоохладитель; 5 – абсорбер; 6 – воздушный охладитель слабого раствора; 7 – насос крепкого раствора; 8 – дроссель слабого раствора; 9 – теплообменник растворов; 10 – бустер-компрессор



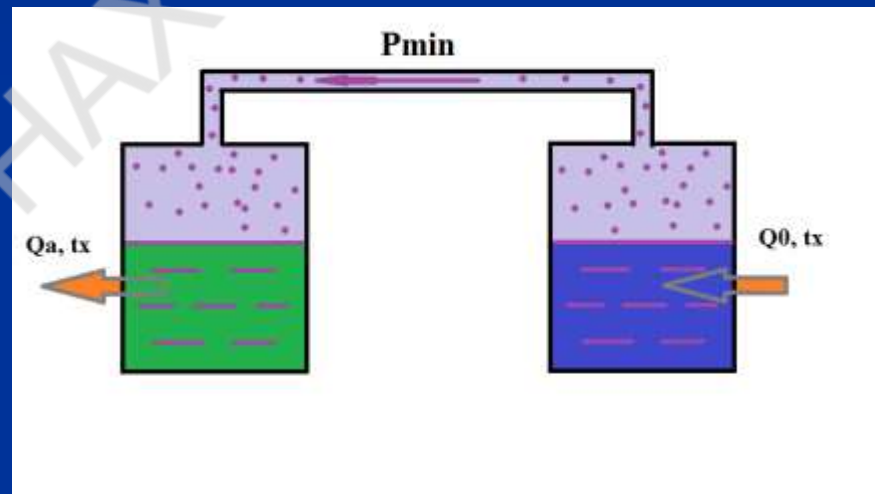
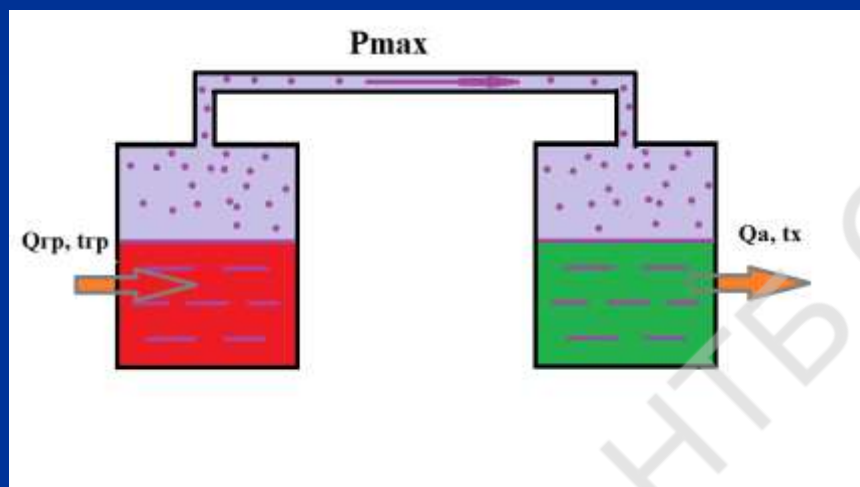
Влияние температуры греющего источника на МХК цикла АВХМ с бустер-компрессором (температура объекта охлаждения 0°C , температура наружного воздуха 32°C)

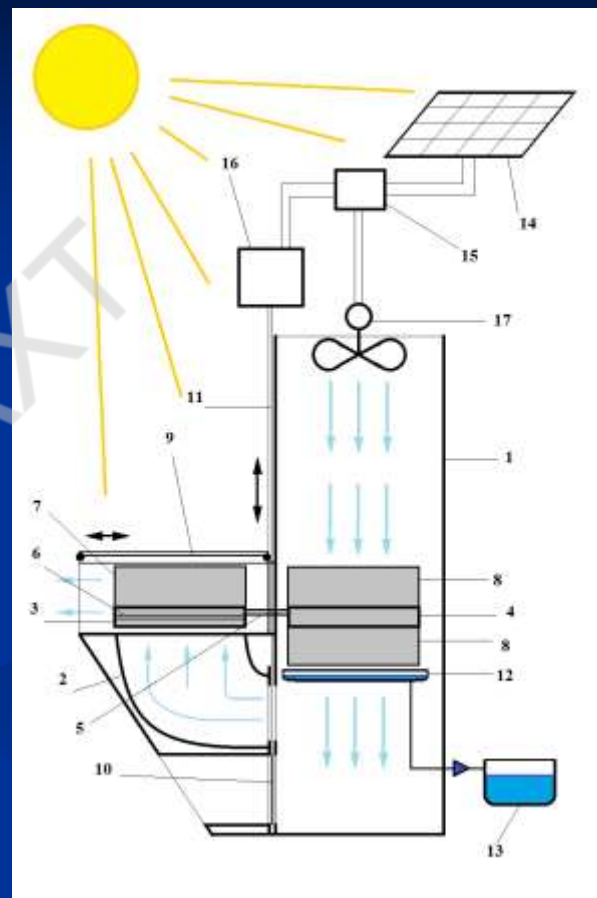
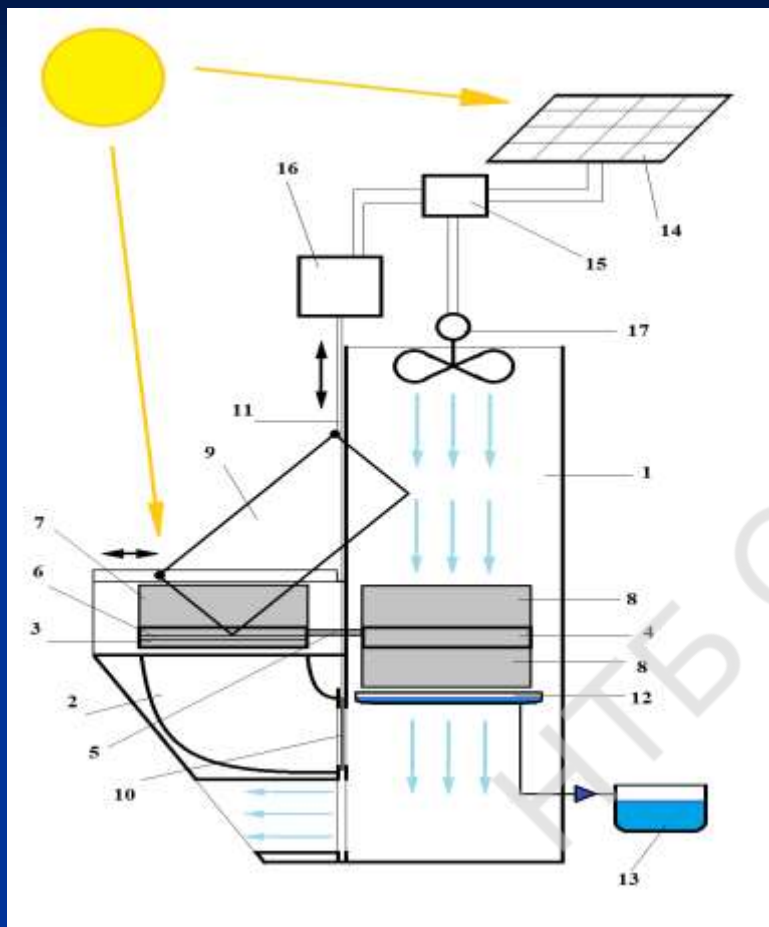


Влияние температуры наружного воздуха на МХК цикла АВХМ с бустер-компрессором на холодильный коэффициент идеального цикла Карно ПКХМ:
 1, 3 – цикл АВХМ; 2 – цикл ПКХМ;
 температура греющего источника АВХМ: 1 – 90°C ; 3 – 100°C .

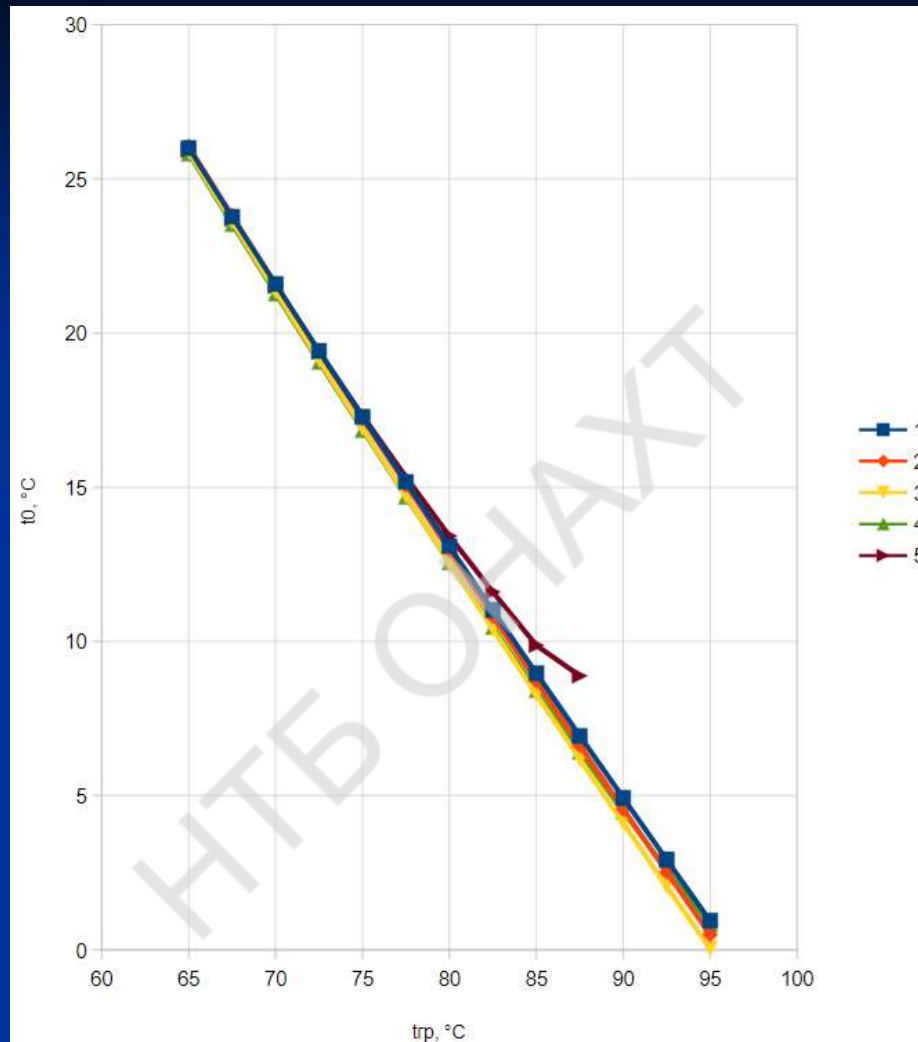


■ Принцип работы абсорбционного аппарата периодического действия

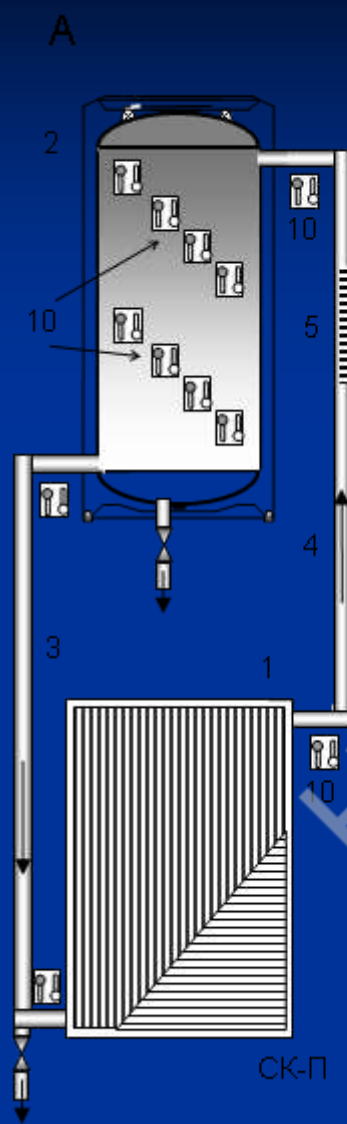




- Система получения воды на базе абсорбционных аппаратов периодического действия



- Зависимость минимальной температуры в зоне охлаждения от температуры греющего источника и состава ВАР в зоне генерации при фиксированной температуре атмосферного воздуха $t_x = 35$ °C.: 1, 2, 3, 4, 5 – состав ВАР при минимальной доле аммиака X_{min} соответственно: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5.



Геометрические характеристики разработанных солнечных жидкостных полимерных коллекторов

СК/П 1 (SCw) Модификация СК/П с воздушным зазором		СК/П 2 и СК/П 3 (SCw) Модификации СК/П без воздушного зазора (СК/П 2 – двухъярусная (четырёхстенная) композиция из отдельных многоканальных плит, данные работы [14]; СК/П 3 – единый двухъярусный) моноблок из многоканальной плиты, данные работы [14])	
Основные габариты СК, HxLxB, мм	1200x800x100	Основные габариты СК, HxLxB, мм	1200x800x75
Размер канала ПП, мм	$l_{\text{пп}} \approx 2 - 4h_{\text{пп}}$ $h_{\text{пп}} = 10 - 15\text{мм}$	Размер канала ПП, мм	$l_{\text{пп}} \approx 2 - 4h_{\text{пп}}$ $h_{\text{пп}} = 10 - 15\text{мм}$
Размер канала абр., мм	$h_{\text{абр}} = l_{\text{абр}} = 10\text{мм}$ $\delta_{\text{ст}} = 0,5\text{мм}$	Размер канала абр., мм	$h_{\text{абр}} = l_{\text{абр}} = 10\text{мм}$ $\delta_{\text{ст}} = 0,5\text{мм}$
Вес СК, кг	15	Вес СК, кг	≈ 14

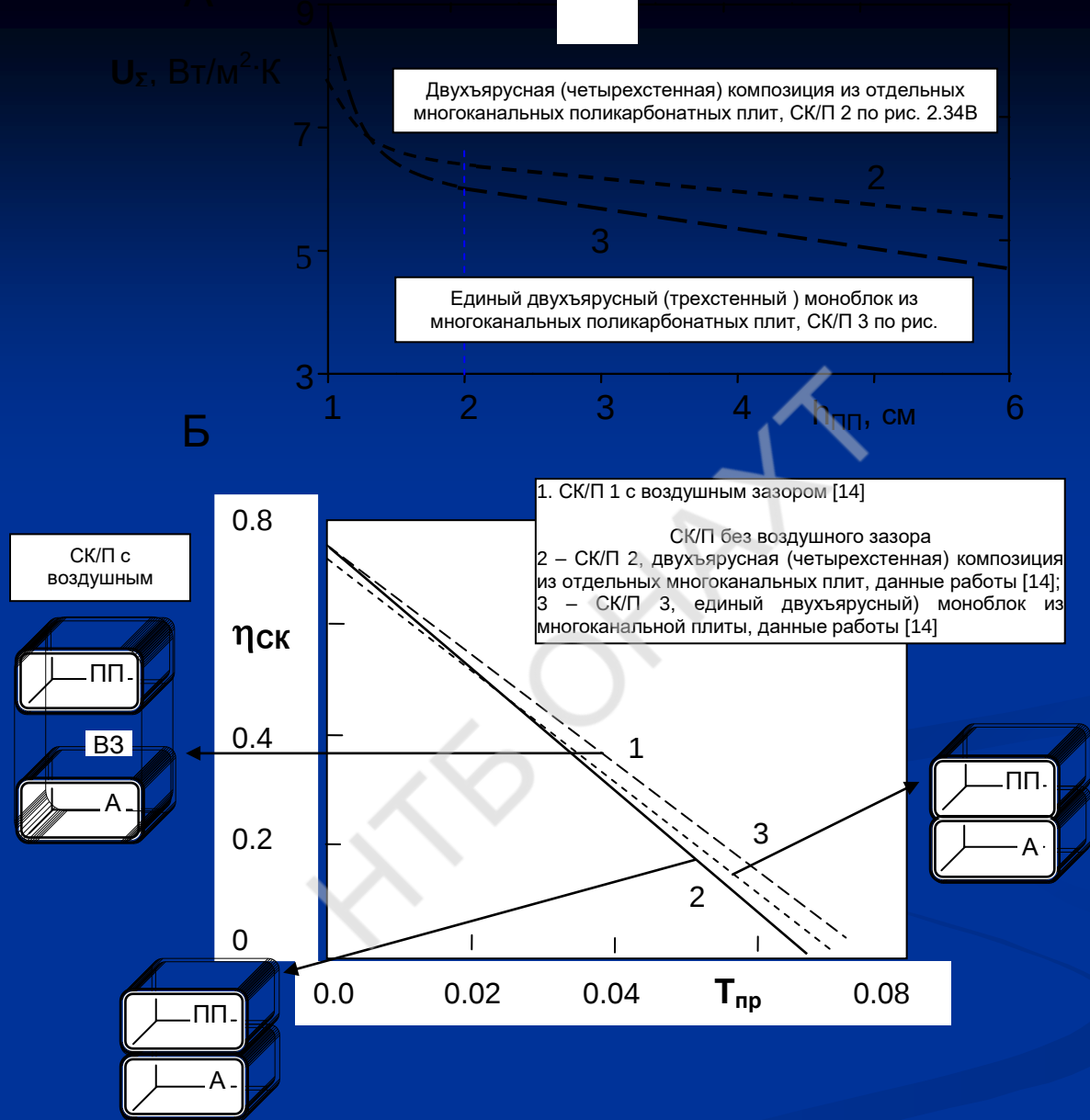
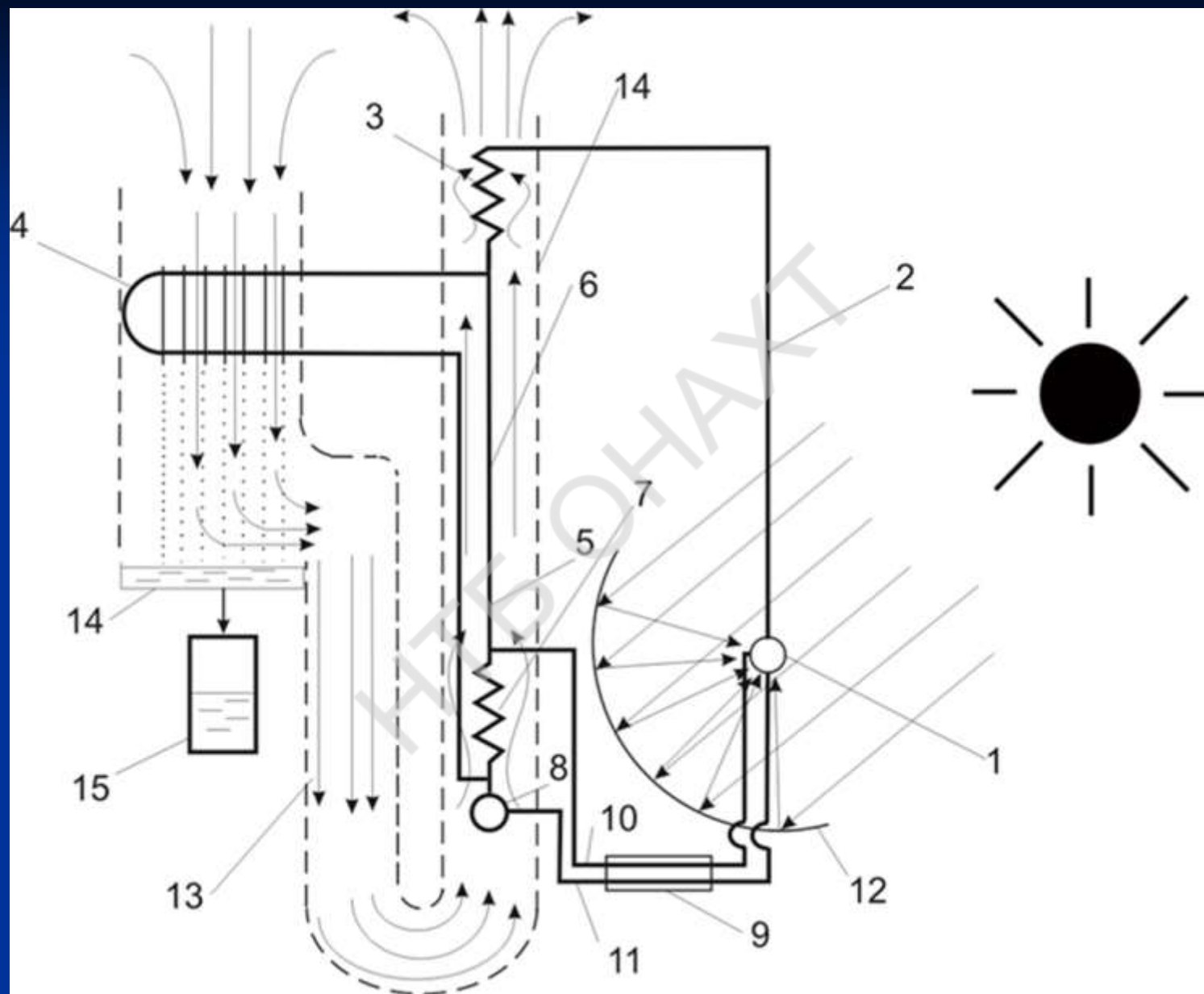
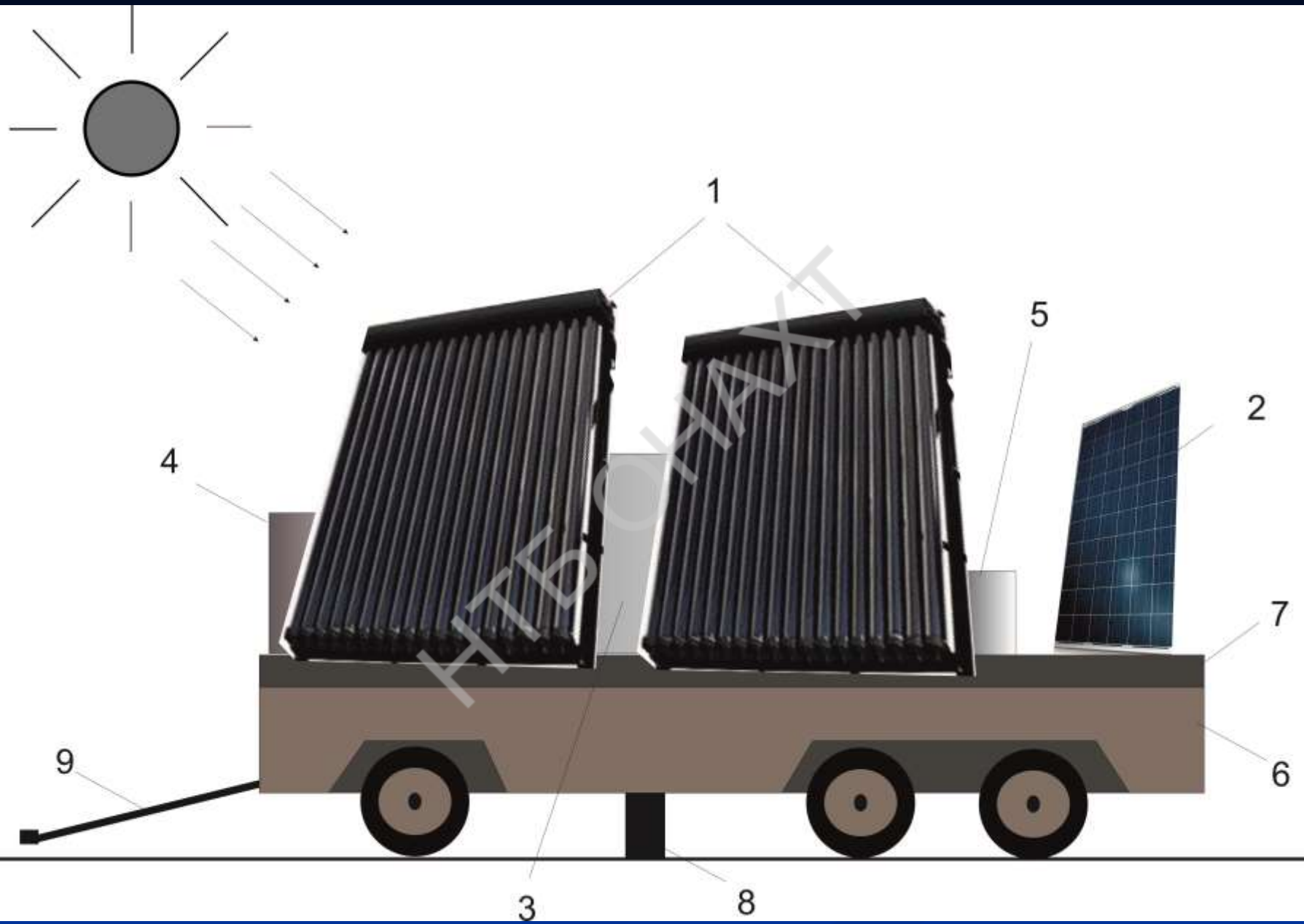
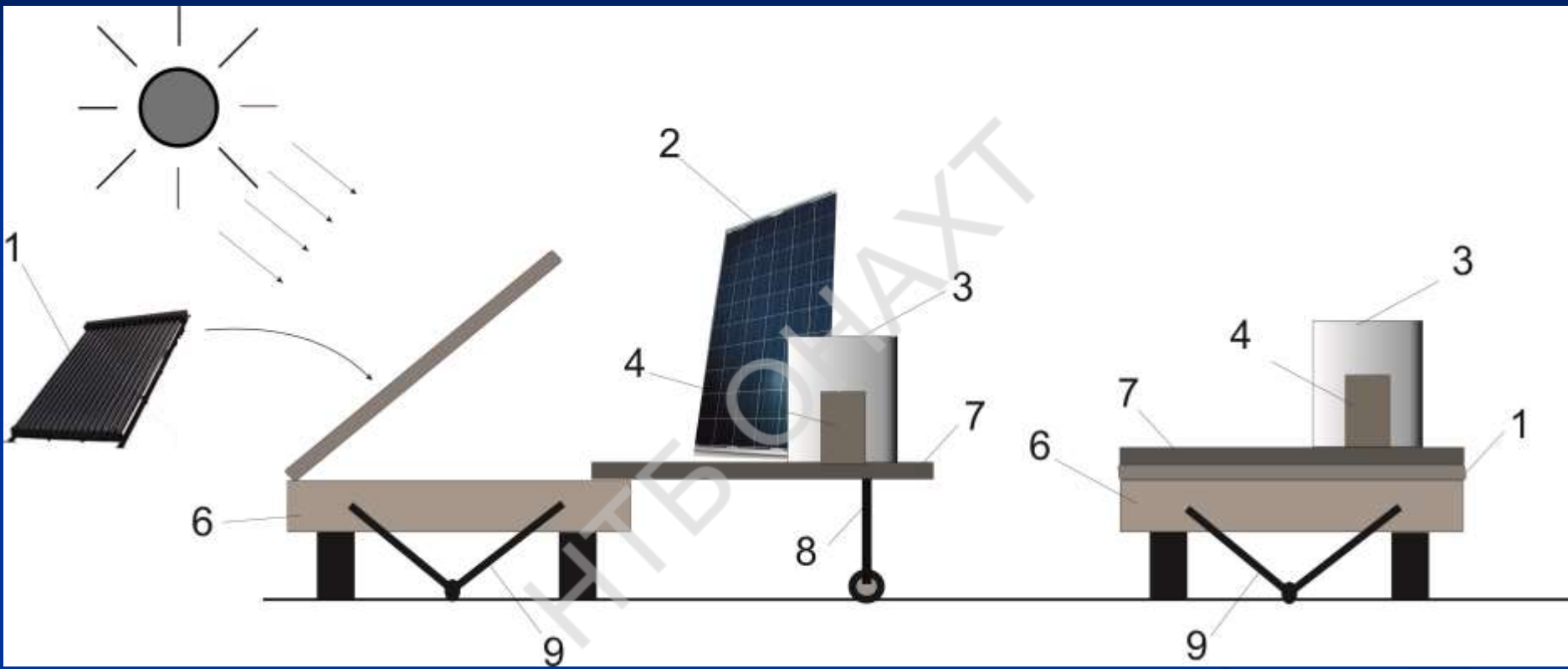


Рис.6.5 – Зависимость коэффициента суммарных тепловых потерь U_{Σ} от высоты прозрачного покрытия $h_{пп}$ (варианты СК/П без воздушного







■ ВИСНОВКИ

- 1. Розроблено алгоритм розрахунку АВХМ і виконаний аналіз отриманих результатів. Показано, що:
 - а) із зростанням температури охолоджуючого середовища повинні збільшуватися і температури гріючого середовища, і повний тиск в системі, та навпаки;
 - б) мінімальна температура кінця кипіння в генераторі відповідає мінімальній зоні дегазації в абсорбері.
- 2. При реалізації традиційних циклів АВХМ є режими з максимальною енергетичною ефективністю в практичних діапазонах температур охолоджуючого середовища (від 10 до 32 °С) і об'єктів охолодження (від мінус 25 до мінус 5 °С). Для досягнення таких оптимальних режимів необхідна відповідна комбінація складу робочого тіла і температури джерела, що гріє.
- 3. Для підвищення ефективності роботи АВХМ в представленій методиці розглядається можливість вимушеного обдування елементів, що розсіюють тепло (абсорбера, конденсатора, дефлегматора).
- 4. При збільшенні тиску в системі має місце зростання питомих витрат в генераторі. Так, при зниженні тиску від 20 бар до 12 бар питомі витрати тепла на випаровування 1 кг аміаку знижуються на 7,8 %.
- 5. Зміна рівня тиску в АВХМ неоднозначно впливає на функціональні характеристики елементів АВХМ. Так, зниження рівня тиску підвищує енергетичну ефективність процесу пароутворення в генераторі і інтенсивність процесів тепломасообміну у випарнику і, навпаки, знижує інтенсивність процесів масообміну в абсорбері. В зв'язку з цим досить складно прогнозувати поведінку всієї системи елементів при зміні в ній тиску робочого тіла.
- 6. При збільшенні температури що гріє джерела знижується частка аміаку в зоні Г-А, що дозволяє в період охолодження отримати більш високий потенціал процесу абсорбції, тобто можна збільшити холодопродуктивність АВХА ПД і продуктивність СВП по воді. Так при зростанні температури що гріє джерела від 65 °С до 95 °С мінімальна температура в зоні охолодження знижується від 7 °С до мінус 17 °С.
- 7. При збільшенні температури атмосферного повітря холодопродуктивність АВХА ПД знижується, причому особливо помітна ця тенденція при великих частках аміаку в зоні генерації.
- 8. Проведена оцінка холодопродуктивності АВХА ПД показала, що вона зростає зі збільшенням температур гріє джерела, причому при більш низьких значеннях температури атмосферного повітря ця тенденція більш явна. Так, при зростанні температур гріє джерела від 65 °С до 95 °С при температурі атмосферного повітря 25 °С зростання холодопродуктивності становить від 650 до 2800 кДж, тоді як при температурі атмосферного повітря 45 °С цей ріст становить від 50 до 1200 кДж.
- 9. При низькій температурі атмосферного повітря можна отримати максимальні значення холодопродуктивності АВХА ПД збільшивши кількість аміаку в зоні генерації. Так, значення холодопродуктивності 2650 кДж можна отримати при 25 °С збільшивши частку аміаку з 0,3 до 0,5 і низивши температуру від 95 до 65 °С.
- 10 Аналіз отриманих залежностей показує, що мають місце енергетичні переваги у АВХМ з підтискає бустер-компресором перед конденсатором навіть перед ідеальним холодильним циклом Карно, починаючи з рівня температур гріє джерела 100 °С. Енергетичної перевага в розглянутому діапазоні температурних параметрів становить від 11 до 24 %.



Внесок у розвиток теорії:

- 1. Нові рішення по схемам систем отримання воді з атмосферного повітря, зокрема, низькотемпературних випарних охолоджувачів середовищ.**
- 2. На основі термодинамічного аналізу циклів абсорбційних холодильних машин водоаміачного і відкритого бромістолітєвого типу з урахуванням технічних характеристик сучасних сонячних колекторів визначені граничні температурні умови параметрів експлуатації, а також склад робочого тіла для реалізації режимів з мінімальним енергоспоживанням**



- **Прикладні результати:**

1. Нові схемні рішення з використанням тепловикористуючих машин. Розробка схемних рішень сонячних багатофункціональних систем (теплохолодопостачання, кондиціонування повітря, отримання води з атмосферного повітря) на основі водоаміачного та відкритого бромістолітєвого абсорбційного тепловикористуючого циклу (спільно с ОДО «ЗОНТ»).
2. Пропозиції передані для практичної реалізації ТОВ БРОТЕП (група підприємств), Україна, м Бровари; планується спільна розробка і випуск низькотемпературних водоохолоджувачів-градирень
3. Сонячні абсорбція багатофункціональні системи теплохолодопостачання і кондиціонування повітря; багатоступінчасті рішення на основі абсорбера з внутрішнім випарним охолодженням; представлений на підставі отриманих результатів (спільно з університетом Zhejiang University Ningbo Institute of Technology, No 1 QuianHu South Road, Ningbo City, 315100, Zhejiang Province, China) доповідь («Evaporative coolers of gases and liquids with a lowered level of cooling») на Міжнародний конгрес з холоду в Канаді.
4. Рідинні сонячні колектори на основі багат шарових багатоканальних полімерних сендвіч-структур для систем гарячого водопостачання та опалення (сонячно-теплонасосні системи). Пропозиції передані для практичної реалізації ТОВ БРОТЕП (група підприємств), Україна, м Бровари. Планується в 2019 році створення спільного випробувального полігону і спільна публікація нових результатів і прикладних розробок.



Показники наукової діяльності



Показники наукової діяльності	Згідно запити	Фактично
Опубліковано монографій, усього одиниць, у тому числі:	1	2
з них, відповідно за кордоном, усього одиниць:	0	0
Опубліковано підручників, всього одиниць:	1	0
Опубліковано навчальних посібників, усього одиниць:	1	0
Наявність госпдоговірної тематики, що діє у 2018 р. на суму (тис. грн.)	0	50,0
Кількість публікацій (статей), усього одиниць:	7	53
тез, усього одиниць:	0	31
з них: статей у фахових виданнях України, усього одиниць:	5	17
з них: статей у зарубіжних виданнях, усього одиниць:	1	9
з них: у міжнародних наукометричних базах даних (Scopus, Webometrics та інші), усього одиниць:	1	3
Подано заявок на видачу охоронних документів (у 2018 р.), усього одиниць, у тому числі:	2	2
в Україні, з них: патенів на винаходи	0	0
за кордоном, з них: патенів на винаходи	2	0



Показники наукової діяльності



Показники наукової діяльності	Згідно запиту	Фактично
Отримано охоронних документів (у 2018 р.), усього одиниць, в тому числі:	0	0
в Україні, з них: патенів на винаходи	0	0
за кордоном, з них: патенів на винаходи	0	0
Кількість наукових семінарів і конференцій, всього	0	9
з них: міжнародних	0	4
Наукова робота студентів:	2	8
кількість студентів, які беруть участь у виконанні НДДКР, усього осіб	2	8
з них: - з оплатою із загального фонду бюджету	0	0
Кількість опублікованих статей за участю студентів, усього	0	8
з них: - самостійно	0	4
Захищено за темою: канд. дисертацій	1	3
докт. дисертацій	1	1
Використовано матеріали досліджень в роботах: аспірантів	1	2
докторантів	1	1

СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ