

$$V_s = \frac{Q_0 \cdot 3,6}{1,05 \cdot 3,7 \cdot t} = \frac{8,2 \cdot 3,6}{1,05 \cdot 3,7 \cdot 3} = 2,53 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}, \quad (6)$$

где  $t$  – разность температур между подающей и возвратной линиями, которую часто принимают равной  $3 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Тогда расход теплоносителя на каждый контур, составит  $V_k = 0,506 \text{ м}^3/\text{ч}$  (формула 7).

$$V_k = \frac{V_s}{n} = \frac{2,53}{5} = 0,506 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}. \quad (7)$$

8. Экономический расчёт.

Тепловой насос – 20574 руб.

Земляные работы –  $70 \cdot 328 = 22960$  руб.

Полиэтиленовые трубы –  $3 \cdot 410 = 1230$  руб.

Монтаж, наладка и прочие услуги – 2000 руб.

Итого: 45864 руб/2,55  $\approx$  18000 \$.

Вывод: в дальнейшем планируется произвести сравнительный анализ стоимости тепловых насосов с традиционными источниками тепловой энергии.

#### Список цитированных источников:

1. Тепловые насосы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://deal.by/>. – Дата доступа: 19.05.2023.
2. Расчет горизонтального коллектора теплового насоса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://megalektsii.ru/>. – Дата доступа: 19.05.2023.
3. Характеристики грунтов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://microklimat.pro/>. – Дата доступа: 19.05.2023.
4. Расчет горизонтального коллектора теплового насоса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://otherreferats.allbest.ru/>. – Дата доступа: 19.05.2023.

УДК 697.91

*Брень В. А., Лузянин П. С.*

*Научный руководитель: Янчилин П. Ф., старший преподаватель*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАСТИНЧАТОГО РЕКУПЕРАТОРА В СИСТЕМЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ НА ПРИМЕРЕ КИНОТЕАТРА

Кондиционирование воздуха – это автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения) на определённом уровне с целью обеспечения главным образом оптимальных метеорологических усло-

вий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса, обеспечения сохранности ценностей культуры [1].

Кондиционирование воздуха осуществляется комплексом технических средств, называемых системой кондиционирования воздуха (СКВ) [1].

Общие сведения о проектируемом объекте:

Кинозал, рассчитан на 154 посадочных места. Помещение расположено на уровне двух этажей здания кинотеатра (1 и 2 этажа). Высота этажа от пола до потолка  $h = 7,3$  м.

Характеристика данного помещения:

- кинозал площадью ( $F = 347$  м<sup>2</sup>) и объёмом ( $V = 2034$  м<sup>3</sup>);
- световые проёмы (окна) отсутствуют, так как помещение расположено внутри здания и ограждается внутренними несущими стенами;
- предполагаемое количество людей в помещении - 154 человека;
- помещение с постоянным, периодическим пребыванием людей;
- расчётный расход воздуха:  $L_p = 14252$  м<sup>3</sup>/ч или  $G_p = 17102$  кг/ч.

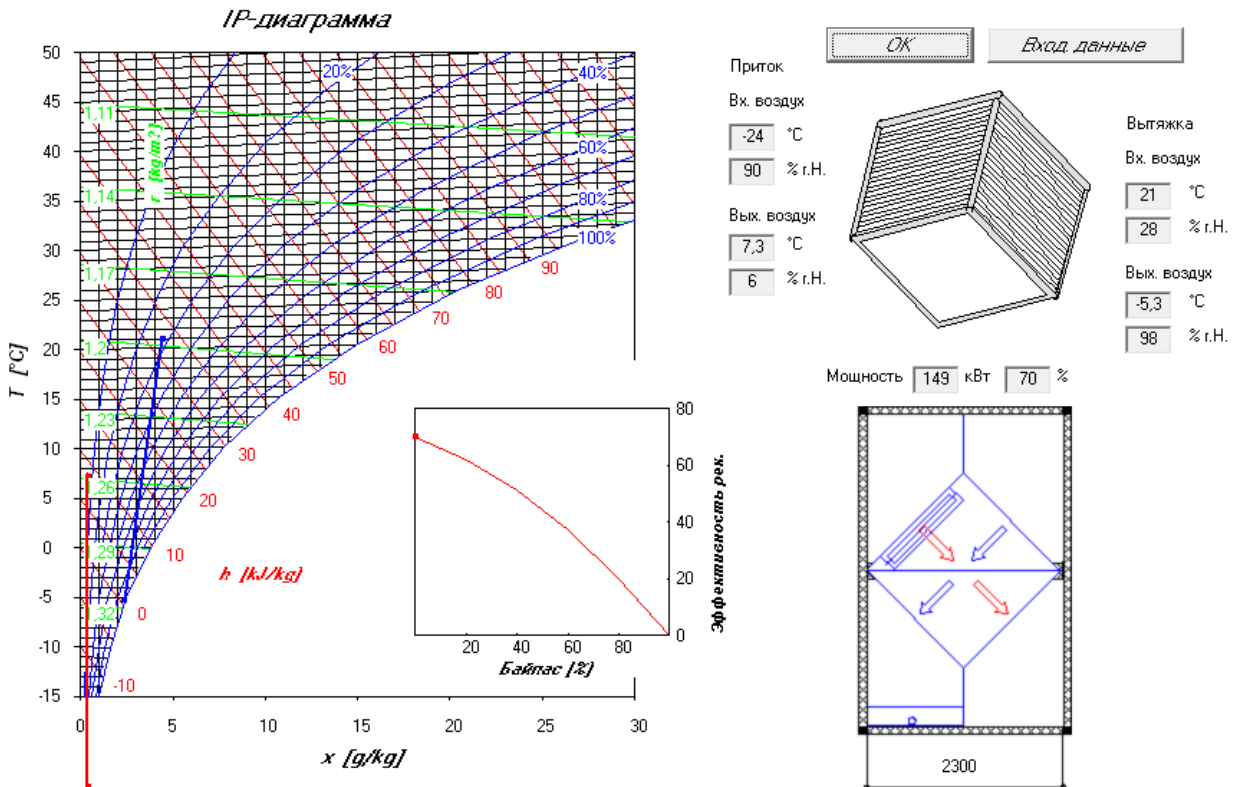
В данной статье проводим сравнение пластинчатого рекуператора с различной компоновкой СКВ в холодный период года.

Построение начинаем с нанесения на I-d диаграмму точек  $H^X$  и  $B^X$ , характеризующих состояние наружного ( $t_H = -24$  °С и  $I_H = -23,2$  кДж/кг) и внутреннего воздуха ( $t_B = 20$  °С и  $\phi_B = 30\%$ ) для расчётных условий. Параметры точки  $H$  – температура и энтальпия – принимаем по [2]. Параметры точки  $B$  – температура и энтальпия – принимаем по [3].

Путём параллельного переноса накладываем процесс изменения состояния воздуха в помещении  $\varepsilon_T = 11496$  кДж/кг на точку  $B$  и определяем на этой линии положение точек, характеризующих состояние приточного и удаляемого воздуха: точку  $\Pi$  (пересечение линии процесса изменения состояния воздуха в помещении и изотермы  $t_{\Pi} = \text{const} = 18$  °С), точку  $У$  (пересечение линии процесса изменения состояния воздуха в помещении и изотермы  $t_Y = \text{const} = 21$  °С).

В холодный период года целесообразно рассмотреть и произвести оценку применения утилизации теплоты уходящего воздуха. При этом 100 % удаляемого из помещения воздуха пропускается через утилизатор теплоты и выбрасывается в атмосферу. Подбор рекуператоров осуществляем в программе WinClim II [4]. Для защиты рекуператоров от обмерзания необходимо использовать термостат защиты при  $t < -5$  °С.

При помощи программы WinClim II подбираем высокоэффективный пластинчатый рекуператор (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Расчёт пластинчатого рекуператора (тип высокоэффективный) в программе WinClim II**

1. Прямоточный процесс обработки воздуха с пластинчатым рекуператором в холодный период года.

Построение процесса на *I-d* диаграмме отображено на рисунке 2а. Принципиальная схема установки изображена на рисунке 3а.

В пластинчатый рекуператор поступает воздух с параметрами Н и параметрами У, далее поступает с параметрами Р в камеру пароувлажнения, где переходит в состояние О. Далее попадает в камеру нагрева и принимает параметры П.

Путь обработки: «наружный воздух» – «рекуперация тепла» – «пароувлажнение» – «нагрев».

Вывод: Для осуществления процесса нам понадобилась пластинчатый рекуператор, камера пароувлажнения, для которой необходимо подать 64,3 кг/ч пара и затратить 6,95 кВт/ч электроэнергии для нагрева воды и 40,37 кВт/ч для нагрева пара, а также камера нагрева с затратами 51,78 кВт/ч электроэнергии.

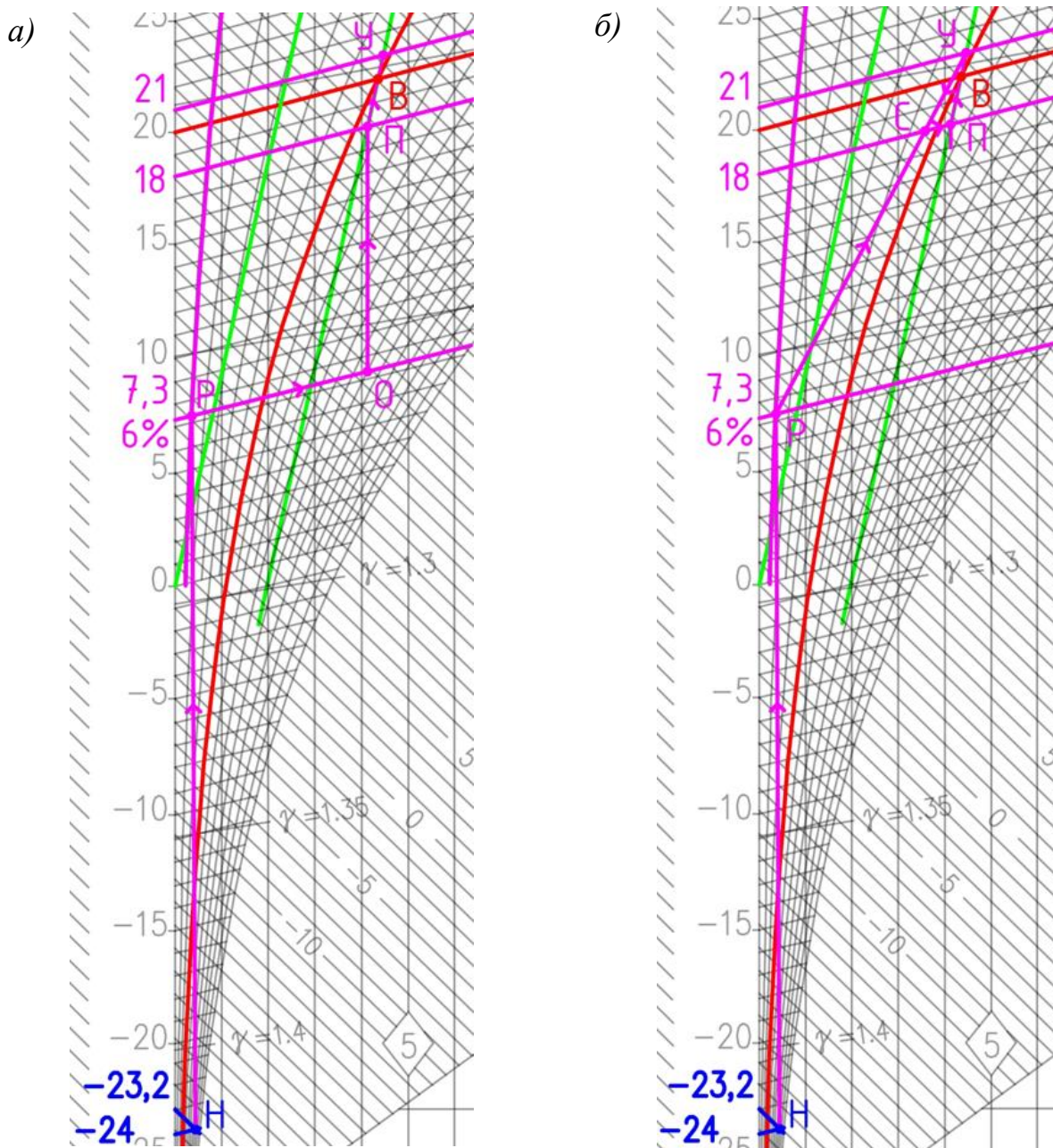
2. Процесс обработки воздуха с первой рециркуляцией и пластинчатым рекуператором в холодный период года.

Построение процесса на *I-d* диаграмме отображено на рисунке 2б. Принципиальная схема установки изображена на рисунке 3б.

В пластинчатый рекуператор поступает воздух с параметрами Н и параметрами У, далее поступает с параметрами Р в камеру смешения, где принимает параметры С, потом в камеру пароувлажнения, где переходит в состояние П.

Путь обработки: «наружный воздух» – «рекуперация тепла» – «смешение с удаляемый воздухом» – «пароувлажнение».

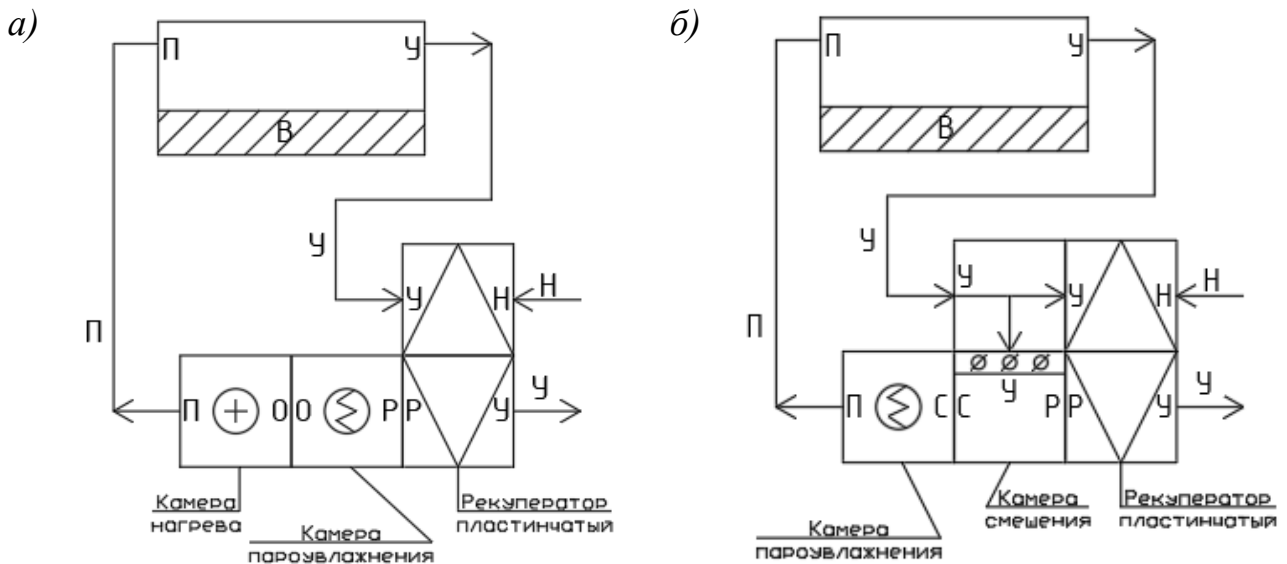
Вывод: Для осуществления процесса нам понадобилась пластинчатый рекуператор, камера смешения с рециркуляцией воздуха в количестве 13391 кг/ч, камера пароувлажнения, для которой необходимо подать 9,41 кг/ч пара и затратить 1,02 кВт/ч электроэнергии для нагрева воды и 5,91 кВт/ч для нагрева пара.



*а – прямоточный с пластинчатым рекуператором;*

*б – с первой рециркуляцией и пластинчатым рекуператором*

**Рисунок 2 – Процессы обработки воздуха в холодный период года:**



*а – при прямом процессе обработки воздуха с пластинчатым рекуператором,  
 б – при обработке воздуха с первой рециркуляцией и пластинчатым рекуператором*  
**Рисунок 3 – Принципиальные схемы установки в холодный период года**

Основные данные по процессам с пластинчатым рекуператором в холодный период года заносим в таблицу 1.

Таблица 1 – Характеристика процессов с пластинчатым рекуператором в холодный период года

Процесс обработки воздуха	Наименование требуемых секций кондиционера	Количество подаваемого/ забираемого тепла, кДж/ч	Количество воды/пара, кг/ч	Количество смешиваемого рециркуляционного воздуха кг/ч
1. Прямой процесс с пластинчатым рекуператором	1. Пластинчатый рекуператор 2. Пароувлажнитель 3. Калорифер	186412 (51,78 кВт/ч)	64,3 (52,58 кВт/ч)	Не требуется
2. Обработка воздуха с первой рециркуляцией и пластинчатым рекуператором	1. Пластинчатый рекуператор 2. Пароувлажнитель	—	9,41 (7,7 кВт/ч)	13391 кг/ч – удаляемого, 3711 кг/ч – наружного

При выборе применяемого процесса для холодного периода следует учесть, что выбирать надо процесс с наименьшими затратами тепла и воды, предпочтительнее применять прямую систему и количество требуемых секций должно быть минимальным. По всем параметрам подходит процесс обработки

воздуха с первой рециркуляцией и пластинчатым рекуператором: для его обеспечения нужен пластинчатый рекуператор и пароувлажнитель. Рециркуляционный воздух подмешиваем в количестве 13391 кг/ч.

Вывод: Для холодного периода года (ХП) выбираем процесс обработки воздуха с первой рециркуляцией и пластинчатым рекуператором.

#### Список цитированных источников

1. Кондиционирование воздуха [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/>. – Дата доступа: 19.05.2023.
2. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СН 4.02.03-2019. – Введ. 16.12.19 (с отменой СНБ 4.02.01-03). – Минск. : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2020. – 68 с.
3. Параметры микроклимата в помещениях: ГОСТ 30494-2011. – Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации, техническому нормированию и оценке соответствия в строительстве (МНТКС), 2012. – 23 с.
4. Программа для подбора оборудования (рекуператоров) WinClim II.

УДК 697.91

*Брень В. А., Лузянин П. С.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель, Янчилин П. Ф.*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОТОРНОГО РЕКУПЕРАТОРА В СИСТЕМЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ НА ПРИМЕРЕ КИНОТЕАТРА

Кондиционирование воздуха – это автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения) на определённом уровне с целью обеспечения главным образом оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса, обеспечения сохранности ценностей культуры [1].

Кондиционирование воздуха осуществляется комплексом технических средств, называемых системой кондиционирования воздуха (СКВ) [1].

Общие сведения о проектируемом объекте:

Кинозал, рассчитан на 154 посадочных места. Помещение расположено на уровне двух этажей здания кинотеатра (1 и 2 этажа). Высота этажа от пола до потолка  $h = 7,3$  м.

Характеристика данного помещения:

- кинозал площадью ( $F = 347$  м<sup>2</sup>) и объёмом ( $V = 2034$  м<sup>3</sup>);
- световые проёмы (окна) отсутствуют, так как помещение расположено внутри здания и ограждается внутренними несущими стенами;
- предполагаемое количество людей в помещении 154 человека;
- помещение с постоянным, периодическим пребыванием людей;
- расчётный расход воздуха:  $L_p = 14252$  м<sup>3</sup>/ч или  $G_p = 17102$  кг/ч.