

Выводом станет то, что строительство водоема в момент возведения не нанесет серьезного воздействия окружающей среде и человеку, а при эксплуатации наоборот приведет к положительному эффекту территории, особенно в социально-экономическом и экологическом отношении.

Проведя анализ метода восстановления земель для данной территории и технологии проведения работ, можно сделать вывод о целесообразности реализации данного проекта, т. е. обустройства пруда на территории бывшей торфопеработки.

Список цитированных источников

1. Гиршович В. Е. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ дорожно-строительными машинами в атмосферный воздух / В. Е. Гиршович [и др.] / Москва: ОАО «НИИАТ», 2006 г.

2. Об установлении норм расхода топлива в области транспортной деятельности: постановление Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 06.01.2012 № 3 (с учетом дополнений и изменений).

3. Об установлении норм расхода топлива в области транспортной деятельности: постановление Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 01.08.2019 № 44.

4 Защита от шума. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-154-2009 (02250). Утвержден и введен в действие приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 14 октября 2009 г. № 338.

5. О растительном мире: Закон Республики Беларусь от 14 июня 2003 г. № 205-3 (в ред. от 18 декабря 2018 г. № 153-3).

6. О животном мире: Закон Республики Беларусь от 10.07.2007 г. № 257-3 (в ред. 18 июня 2019 г. № 201-3).

7. Об обращении с отходами: Закон Республики Беларусь от 20 июля 2007 г. № 271-3 (в ред. от 13 июля 2016 г. № 397-3).

8. Охрана окружающей среды и природопользование. Правила проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) и подготовки отчета: ТКП 17.02-08-2012 (02120). Утвержден постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 05.01.2012 г. № 1-Т.

УДК 697.941

Батурова А. В.

Научный руководитель: м.т.н., ст. преподаватель Янчилин П. Ф.

АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПРОМЫШЛЕННОМ КОНДИЦИОНЕРЕ В ХОЛОДНЫЙ И ТЕПЛЫЙ ПЕРИОДЫ ГОДА

Системы кондиционирования воздуха (СКВ) относятся к эффективным средствам формирования в автоматическом режиме в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздушной среды (температуры, влажности, подвижности, запыленности и т. д.), в местах пребывания людей (комфортное кондиционирование) или при реализации технологических процессов (технологическое КВ). СКВ формируют оптимальные для жизнедеятельности людей параметры воздушной среды, способствует повышению производительности тру-

да и создает требуемые условия для организации и реализации технологических процессов.

При построении процессов на *i-d* диаграмме и выборе технологической схемы обработки воздуха необходимо стремиться к рациональному использованию энергии, обеспечивая экономное расходование холода, теплоты, электроэнергии, а также экономию строительной площадки, занимаемой оборудованием. Вопрос выбора принципиальной схемы обработки воздуха может быть решен в ходе построения на *i-d* диаграмме процессов обработки воздуха в кондиционере.

Схемы процессов изменения состояния воздуха в помещении, а при кондиционировании – и при его обработке в приточной установке должны быть представлены на *i-d*-диаграмме с учетом избытков полной теплоты и влаговыведений в помещении для всех расчетных периодов года.

Параметры воздуха представлены характерными точками процессов:

точка Н – параметры наружного воздуха;

точка П – параметры приточного воздуха;

точка В – параметры воздуха в обслуживаемой зоне помещения;

точка У – параметры уходящего воздуха.

Для определения количества теплоты, затрачиваемое на нагрев воздуха либо на его охлаждение; количество влаги, затрачиваемое на увлажнение либо осушение воздуха, пользуемся формулами (1) и (2):

$$Q = (I_k - I_n) \times G_p, \text{кДж} / \text{ч}, \quad (1)$$

где I_k и I_n – конечное и начальное теплосодержание, кДж/кг, G_p – расчетная величина воздухообмена в помещении, кг/ч

$$W = \frac{\Delta d}{1000} \times G_p, \text{кг} / \text{ч}, \quad (2)$$

где Δd – разность влагосодержаний, г/кг, G_p – расчетная величина воздухообмена в помещении, кг/ч.

Построение всех процессов начинаем с нанесения на *I-d*-диаграмму точек Н и В, характеризующих состояние наружного ($t_n = 26,6$ °С и $I_n = 51,5$ кДж/кг) и внутреннего воздуха ($t_b = 27$ °С и $\phi_b = 60\%$) для расчетных условий. Параметры точки Н – температура и энтальпия – принимаем по таблице 1 «Расчетные параметры наружного воздуха» [2, с. 52].

Путем параллельного переноса накладываем процесс изменения состояния воздуха в помещении $\varepsilon = 3556$ кДж/кг на точку В и определяем на этой линии положение точек, характеризующих состояние приточного и удаляемого воздуха: точку П (пересечение линии процесса изменения состояния воздуха в помещении и изотермы $t_n = 24$ °С) и точку У (пересечение линии процесса изменения состояния воздуха в помещении и изотермы $t_y = 31,2$ °С).

Принимаем, что нагрев воздуха в вентиляторе составляет примерно 1 °С при $d = \text{const}$, а путьевые изменения его температуры в воздуховодах незначительны. По этой причине точка, характеризующая состояние воздуха на входе в вентилятор, находится ниже точки П на один градус по линии $d_n = \text{const}$. Параметры воздуха на входе в вентилятор характеризует точка П'.

Для теплого периода рассмотрим процесс обработки воздуха с первой рециркуляцией и фреоновым воздухоохладителем (рис. 1).

Построение процесса начинаем строить с первой рециркуляции. Так происходит смешение наружного воздуха с параметрами t_H и удаляемого с параметрами t_U . Отрезок НУ – процесс смешения воздуха, t_C , лежащая на этом отрезке, характеризует параметры воздуха на выходе из камеры смешения. Наиболее выгодное положение t_C определим, исходя из положения $t_{П'}$. Проводя прямую из $t_{П'}$ до прямой НУ, получим точку пересечения С, которая является результатом смеси наружного и удаляемого воздуха.

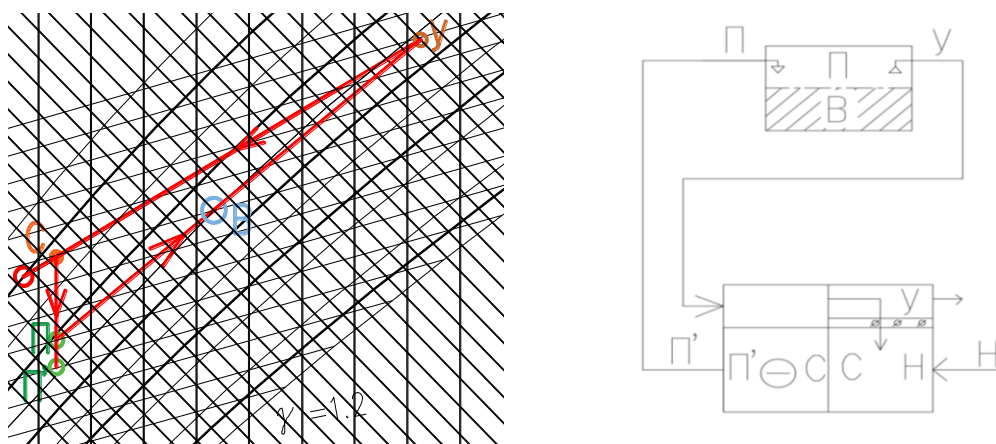


Рисунок 1. Процесс обработки воздуха с первой рециркуляцией и фреоновым воздухоохладителем с изображением принципиальной схемы установки

Положение точки С, соответствующее состоянию смеси наружного и удаляемого воздуха, определяем из соотношения расходов $G_{рец}$ и G_H : Точка С делит отрезок НУ на отрезки, длина которых обратно пропорциональны количеству воздуха в смеси: $HC/CU = G_{рец}/G_H$.

HC = 347 ед. AutoCAD
 CU = 3860 ед. AutoCAD
 НУ = 4207 ед. AutoCAD

$$\% рец = \frac{HC}{НУ} \cdot 100\% = \frac{347}{4207} \cdot 100\% = 8,24\% . \quad (3)$$

Расход наружного воздуха:

$$G_{нар} = \frac{G_p \cdot \% рец}{100} = \frac{14796 \cdot 8,24}{100} = 1219,2 \text{ кг / ч} , \quad (4)$$

где $G_{нар}$ – расход наружного воздуха, кг/ч, G_p – расчетная величина воздухообмена, кг/ч, c – скорость света.

Количество смешиваемого циркуляционного воздуха для удаления:

$$G_{уд} = G_p - G_{нар} = 14796 - 1219,2 = 13576,8 \text{ кг / ч} (5)$$

Расход холода на охлаждение воздуха в воздухоохладителе:

$$Q_{охл} = (I_C - I_{П'}) \cdot G_p = (53,3 - 49,5) \cdot 14796 = 56225 \text{ кДж / ч} = 15,62 \text{ кВт} . \quad (6)$$

Рассмотрим процесс обработки воздуха в холодный период. Построение всех процессов начинаем с нанесения на I-d-диаграмму точек Н и В, характеризующих состояние наружного ($t_H = -21^\circ\text{C}$ и $I_H = -20,4$ кДж/кг) и внутреннего воздуха ($t_B = 27^\circ\text{C}$ и $\phi_B = 50\%$) для расчетных условий. Путем параллельного

переноса накладываем процесс изменения состояния воздуха в помещении $\varepsilon_x = 2832$ кДж/кг на точку В и определяем на этой линии положение точек, характеризующих состояние приточного и удаляемого воздуха: точку П (пересечение линии процесса изменения состояния воздуха в помещении и изотермы $t_{\text{П}} = 25^{\circ}\text{C}$) и точку У (пересечение линии процесса изменения состояния воздуха в помещении и изотермы $t_{\text{У}} = 27^{\circ}\text{C}$).

Для холодного периода рассмотрим процесс обработки воздуха с высокоэффективным пластинчатым рекуператором и первой рециркуляцией (рис. 2).

Положение точки С, соответствующей состоянию смеси воздуха, можно найти из пропорции:

$$\frac{G_{\text{рец}}^1}{G_{\text{н}}} = \frac{PC}{CY}, \quad (7)$$

где $G_p = G_{\text{рец}}^1 + G_{\text{н}} = 14796 \text{ кг/ч}$.

$PC = 2277$ ед. AutoCAD

$CY = 4382$ ед. AutoCAD

$PY = 6659$ ед. AutoCAD

Подставим известные данные и выразим $G_{\text{н}}$:

$$\frac{PC}{CY} = \frac{G_p - G_{\text{н}}}{G_{\text{н}}} = \frac{2277}{4382} = 0,52,$$

$$G_p - G_{\text{н}} = 0,52 \cdot G_{\text{н}},$$

$$1,52 \cdot G_{\text{н}} = 14796,$$

$$G_{\text{н}} = 9734 \text{ кг/ч} \Rightarrow G_{\text{рец}}^1 = 5062 \text{ кг/ч}.$$

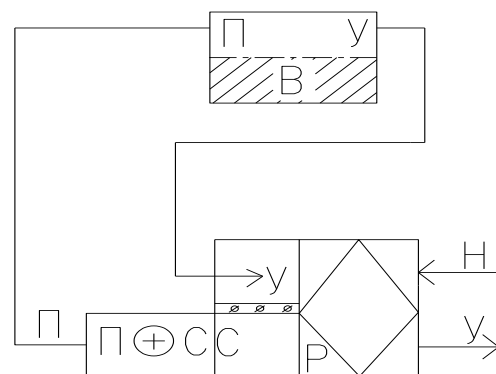
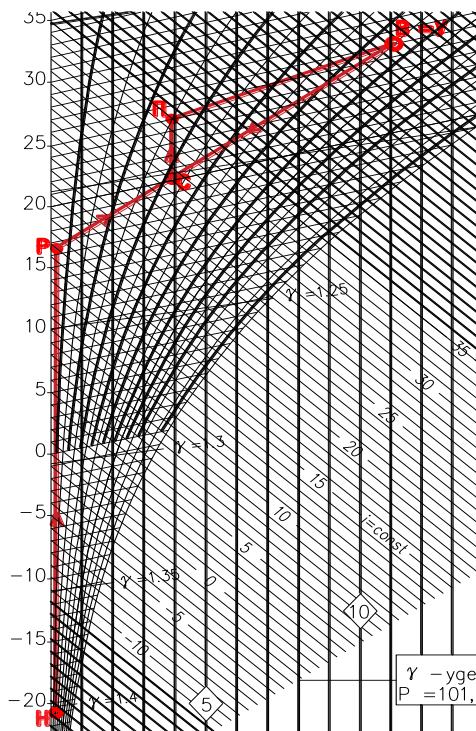


Рисунок 2 – Процесс обработки воздуха с высокоэффективным пластинчатым рекуператором и первой рециркуляцией с изображением принципиальной схемы установки

Процент рециркуляции:

$$\% \text{ реци} = \frac{G_{\text{реци}}}{G_p} = \frac{5062}{14796} = 34,2\% . \quad (8)$$

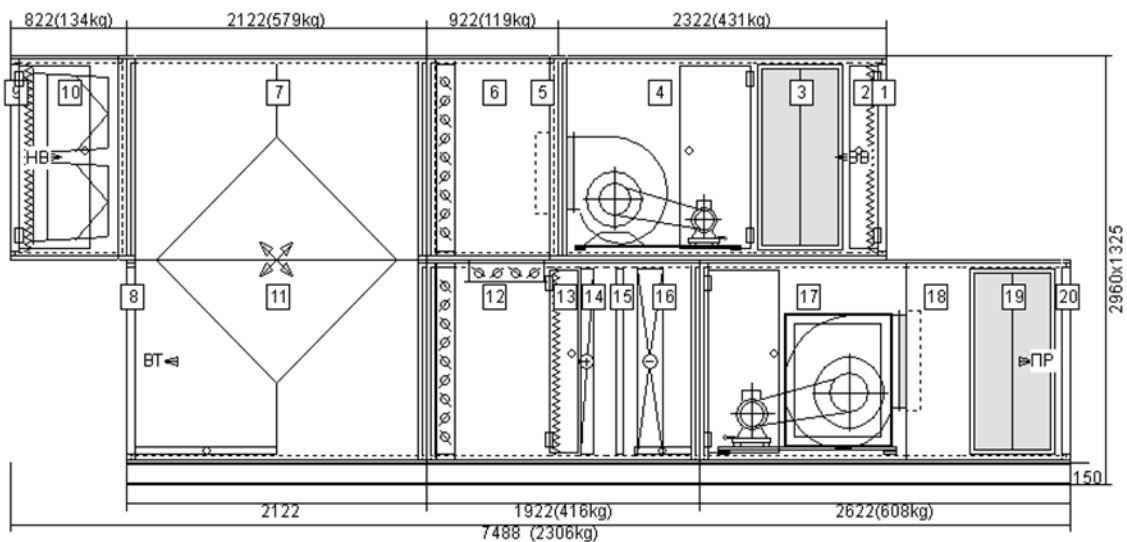
Расход теплоты в калорифере:

$$Q_k = L \cdot (I_n - I_c) = 14796 \cdot (35 - 30,1) = 72500 \text{ кДж/ч} = 20,14 \text{ кВт} . \quad (9)$$

При выборе применяемого процесса следует учесть, что выбирать надо процесс с наименьшими затратами тепла и воды, предпочтительнее применять прямоточную систему и количество требуемых секций должно быть минимальным. Для теплого периода из всех возможных процессов подходит процесс с первой рециркуляцией и фреоновым охладителем: для его обеспечения нужен фреоновый воздухоохладитель. Рециркуляционный воздух подмешиваем в количестве 13576,8 кг/ч. Для обеспечения данного процесса требуется отвод теплоты в количестве 56225 кДж/ч (15,62 кВт). Для холодного периода из всех возможных процессов подходит процесс с высокоэффективным пластинчатым рекуператором и первой рециркуляцией. Для его обеспечения нужен калорифер с подводом теплоты в количестве 72500 кДж/ч (20,14 кВт).

Кондиционер выбирается по его полной производительности и комплектуется из отдельных секций. Центральный кондиционер подбираем, используя компьютерную программу WinClim II (ver. 2,2,1).

Центральный кондиционер подбирается по полной производительности (расходу приточного воздуха и расходу возвращенного воздуха) с учетом коэффициента запаса, равного 1,1. По результатам подбора принимаем следующий тип ЦК – PR 160 (Premi@ir 40 французской фирмы Airwell) (рис. 3). Расчетная стоимость подобранной приточно-вытяжной установки центральной системы кондиционирования воздуха PR160 составила 39061 Euro.



- 1,9 – воздухозаборная решетка, 2,13 – фильтр синтетический плоский G4,
 3,19 – шумоглушитель, 4 – вытяжной вентилятор, 5,18 – диффузор,
 6,12 – секция смешения, 11 – рекуператор, 8 – выбросная решетка,
 10 – фильтр карманный, 14 – воздухонагреватель, 15 – защита от обмерзания без термомостата, 16 – воздухоохладитель, 17 – приточный вентилятор

Рисунок 3 – Приточно-вытяжная установка PR 160

Список цитированных источников

1. Янчилин, П. Ф. Методические указания для выполнения курсового проектирования «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение» специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, отопление, вентиляция и охрана воздушного бассейна» / – Брест : БрГТУ, 2020. – 45 с.
2. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СНБ 4.02.01-03– Минск. : Минстрой архитектуры Республики Беларусь, 2004. – 82 с.

УДК 69.697

Гвоздь А. В., Эйсмонт Е. Д.

Научный руководитель: к. т. н., доцент Новосельцев В. Г.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ

В советское время на территории Беларуси и странах СНГ при проектировании систем водяного отопления предпочтение отдавалось вертикальной схеме. В РБ с 2013 года при проектировании систем водяного отопления для многоэтажных жилых домов начала широко применяться горизонтальная двухтрубная система отопления [2].

Одним из преимуществ однотрубной системы является ее гидравлическая устойчивость (т. е. сохранение постоянства расхода воды на каждом из ее участков при изменении общего расхода). Двухтрубная система также характеризуется рядом преимуществ, но вмешательство жильцов в работу термостатических клапанов, замена трубопроводов и т. д. приводят к ухудшению ее работы. Отсюда возникает вопрос: можно ли создать систему, воздействие жильцов на которую не приводило бы к негативным последствиям?

При рассмотрении работы экспериментального стенда лаборатории ГЕРЦ, который имитирует радиаторы отопления одной квартиры, получили следующие результаты.

В начале исследования были сняты показания расходомеров при условии, что все термостатические клапаны (ТК) полностью открыты. Затем, закрывая поочередно ТК (предполагая вмешательство жильцов), наблюдали изменения расхода в оставшихся радиаторах, а также в общем расходе системы отопления. Повторяя опыты как в двухтрубной, так и в однотрубной системе (при различных коэффициентах затекания), мы проанализировали полученные данные и сделали выводы на основе их.

Опыт № 1 Двухтрубная горизонтальная система.

При закрытии поочередно каждого из радиаторов мы наблюдали увеличение расхода на 14–30 %, что будет приводить к значительному перегреву оставшихся помещений (таблица 1).

Таблица 1 – Расходы теплоносителя в опыте № 1

Общий расход всей системы G _{общ} , л/ч	Расход первого радиатора отопления G ₁ , л/ч	Расход второго радиатора отопления G ₂ , л/ч	Расход третьего радиатора отопления G ₃ , л/ч	Общий расход всей системы G _{общ} , л/ч
600	200	200	200	600
460	–	230	225	460
270	–	–	260	270