

Получены зависимости эффекта очистки сточных вод от дозы коагулянта при начальной концентрации фосфатов 10 мг/дм³; установлено:

– с увеличением дозы коагулянта достигается эффект очистки от 62 до 94 % (для реагента Аква АураТ 30), до 99,8 % (для сульфата железа (III));

– на оптимальные значения дозы реагента влияют значения рН в диапазоне от 4 до 11, значения температуры от 10 до 40 °С, β-фактор.

Согласно разработанной методике последующие экспериментальные исследования планируется направить на получение уравнений регрессии в виде многочлена второй степени от трех переменных, определяющим зависимость остаточной концентрации фосфатов при химической дефосфотации сточных вод от соотношения Me:P, с учетом изменения значений рН, температуры сточных вод, а также выбора точки ввода реагента на технологической схеме очистки.

Список цитированных источников

1. Мешенгиссер, Ю. М. Ретехнологизация сооружений очистки сточных вод / Ю. М. Мешенгиссер. – М. : ООО «Издательский дом «Вокруг цвета», 2012. – 211 с.

2. Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности. Экологические нормы и правила Республики Беларусь: ЭкоНиП 17.01.06-001-2017: Утв. пост. Мин. природн. рес. и охр. окр. среды РБ от 18 июля 2017 г. № 5-Г.

3. Яловая, Н. П. Анализ и прогноз расходов и нагрузок сточных вод, поступающих на очистные сооружения канализации города Бреста / Н. П. Яловая, В. А. Бурко // Перспективные методы очистки природных и сточных вод : сборник статей рег. научно-технической конференции, Брест, 26 сент. 2019 г. / редкол.: С. Г. Белов [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2019. – С. 74–76.

УДК 697.941

Огиевич Н. В.

Научный руководитель: ст. преподаватель Янчилин П. Ф.

СРАВНЕНИЕ СХЕМ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИ ЦЕНТРАЛЬНОМ КОНДИЦИОНИРОВАНИИ ВОЗДУХА

Для нормального функционирования кондиционирования необходимо поддерживать определенный воздухообмен в помещении, а также обеспечивать оптимальные параметры воздуха, то есть подавать определенное количество воздуха и одновременно удалять. Различают два способа воздухораспределения: смешивание и вытеснение [1]. При вентиляции вытеснением воздух подается на нижний уровень помещения и течет в рабочую зону с малой скоростью. Этот воздух должен быть несколько холоднее, чем воздух помещения, чтобы работал принцип вытеснения. Основное преимущество – это попадание воздуха в область дыхания незагрязненным. При вентиляции смешиванием подаваемый воздух поступает в рабочую зону уже смешанным с воздухом помещения.

Рассматриваем помещение объемом 469,6 м³ и площадью 117,4 м² со свободной планировкой, рассчитанное на 40 человек, находящееся в городе Жлобине. С целью поддержания заданного микроклимата в рабочем помещении (весь этаж) в программе Autodesk Revit была запроектирована система кондиционирования (рис. 1), в состав которой входят: воздухопроводы, воздухораспределители приточные и вытяжные, приточно-вытяжная установка. На рисунке 2 показаны модели приточно-вытяжной системы.

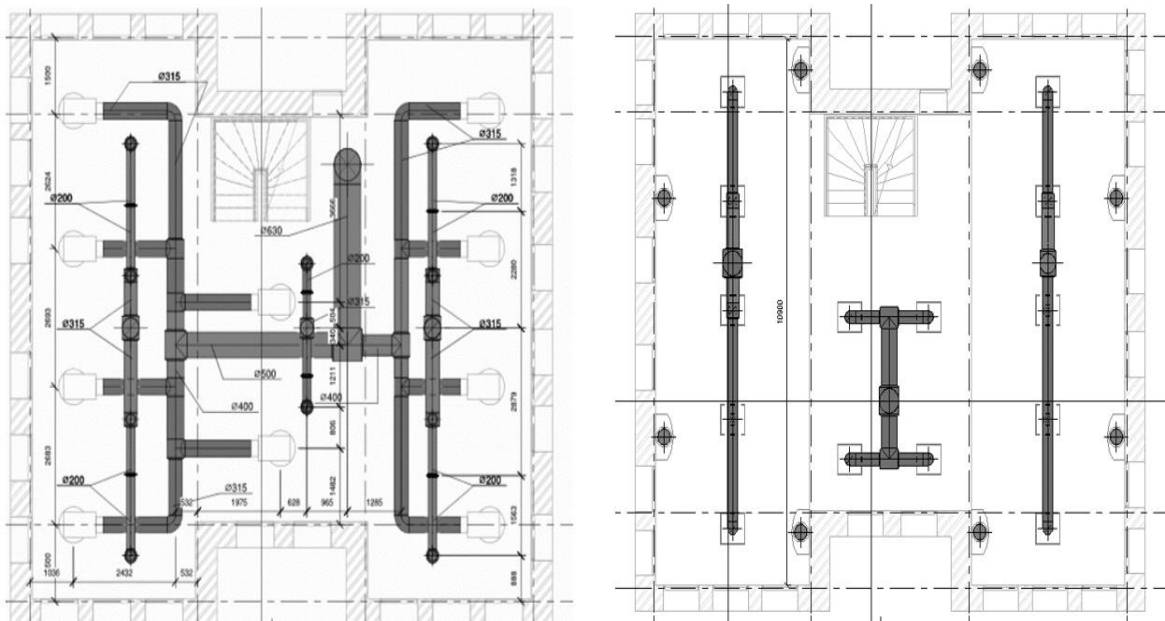


Рисунок 1 – Расчетное помещение для схемы воздухораспределения смешивание и вытеснение

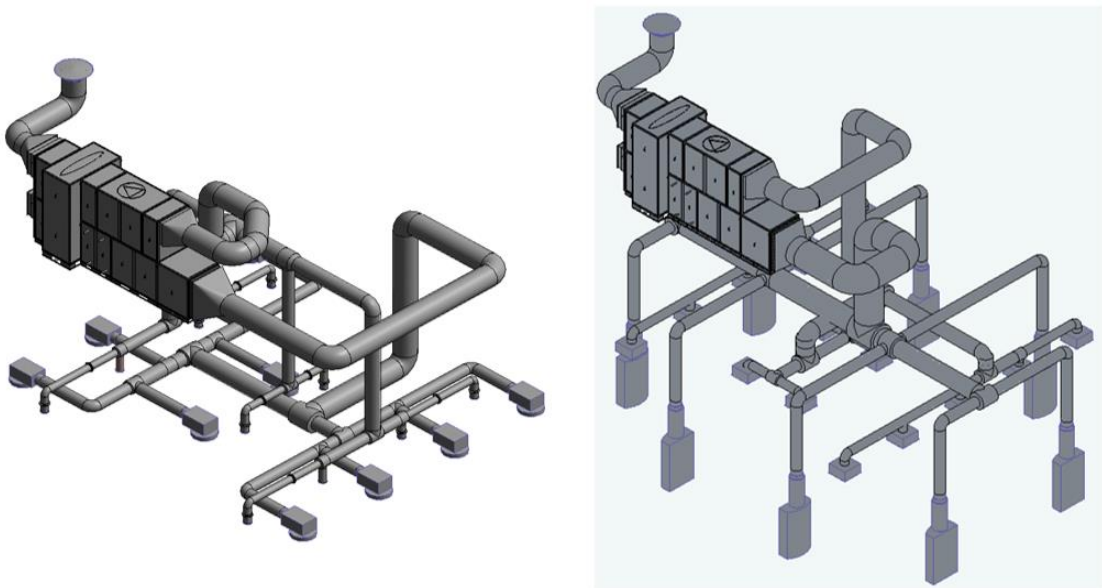


Рисунок 2 – Модели приточно-вытяжной системы кондиционирования при воздухораспределении смешивание и вытеснение

Расчётное помещение имеет IIIa категорию – помещение с массовым пребыванием людей, в котором люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды [1].

Расчетные параметры внутреннего воздуха в гражданских зданиях устанавливаются чаще всего из санитарно-гигиенических и реже их технологических требований в зависимости от назначения помещения и уровня требований к метеорологической обстановке в помещении. В качестве расчетных параметров наружного воздуха при проектировании СКВ температура и энтальпия принимаются по Приложению Е в соответствии с п. 5.14 [2].

Расчет воздухообмена для расчетного помещения свели в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчет воздухообмена в помещении

Наименование величины	Значение величин							
	ТП		ХП		ТП		ХП	
	Я	П	Я	П	Я	П	Я	П
Тип воздухораспределения	Смешивание				Вытеснение			
Воздухообмен для ассимиляции явной/полной теплоты L_Q , кг/ч	4567	5475	5403	6555	6394	5097	9822	8610
Тепловые избытки, кДж/ч	32130	54198	27148	45230	32130	54198	27148	45230
Воздухообмен для ассимиляции влаги L_M , кг/ч	–	288	–	54	–	5,2	–	10,4
Поступление влаги M , г/ч	–	6845	–	5180	–	6845	–	5180
Воздухообмен для ассимиляции углекислого газа L_{CO_2} , кг/ч	1295		1295		1295		1295	
Поступление углекислого газа m_{CO_2} , г/ч	60		60		60		60	

Анализ данной таблицы показывает, что наибольший воздухообмен для смешивания получается для ассимиляции полной теплоты в холодный период – 6555 кг/ч, а для вытеснения наибольший воздухообмен для явной теплоты в холодный период – 9822 кг/ч.

Аэродинамический расчет произведен в программном комплексе MagiCAD 2019. for Revit 2019. После вычерчивания приточной и вытяжной системы в данной программе, ее аэродинамический расчет производится автоматическим образом. Общее давление системы кондиционирования при смешивании составило приточную систему 88,9 Па, а на вытяжную – 230,1 Па, при вытеснении – приточную систему 79,5 Па, а на вытяжную – 94.2 Па.

По расходам приточного и удаляемого воздуха в программе WinClim были подобраны центральные кондиционеры (рис. 3):

- PR060 для смешивания. Стоимость 27 097 евро. Стоимость приточного вентилятора составляет 1709 евро, вытяжной – 1657 евро;
- PR060 для вытеснения. Стоимость установки составляет 28 059 евро. Стоимость приточного вентилятора составляет 1901 евро, вытяжной – 1586 евро.

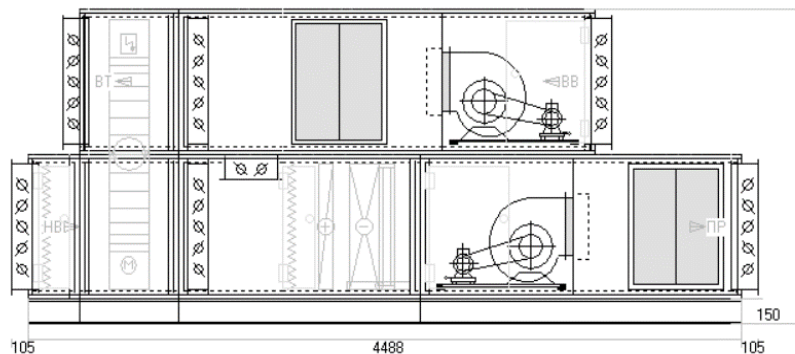


Рисунок 3 – Центральный кондиционер типа PR060

Стоимости стальных оцинкованных воздуховодов вытяжной и приточной систем для смешивания составляет 2136,52 Br, для вытеснения 2466,92 Br [3,4].

Стоимость воздухораспределителей составляет для смешивания 2235,30 Br, для вытеснения 9380,00 Br [3,4].

Стоимость монтажа системы кондиционирования посчитана в программе Smeta-OnLine:

- смешивание – 2749,62 Br;
- вытеснение – 3330,22 Br.

Продолжительность отопительного периода в сутках с суточной температурой воздуха не более 8 °С для г. Жлобина составляет 217 рабочих дня, т. е. холодный и переходный периоды. Следовательно, к теплomu периоду отнесем 148 рабочих дня. Допустим, центральный кондиционер работает 7 дней в неделю по 8 часов в день. Таким образом, стоимость потребления энергоресурсов сведем в таблицу 4. Учитывая, что холодильный коэффициент фреонового воздухоохладителя равен 3, количество потребляемой энергии будет в три раза меньше.

Таблица 4 – Потребление энергоресурсов центральным кондиционером PR060

Период года	Показатель	Количество потребляемой энергии, кВт		Итого потребляемой энергии, кВт·ч	
		тепловой	электрической	тепловой	электрической
Смешивание					
ТП	Фреоновый воздухоохладитель	11,3	3,8	13379,20	4499,20
	Приточный вентилятор	–	3,3	–	3907,20
	Вытяжной вентилятор	–	2,31	–	2735,04
ХП	Калорифер	6,6	–	11457,60	–
	Приточный вентилятор	–	3,3	–	5728,80
	Вытяжной вентилятор	–	2,31	–	4010,16
	Ротационный рекуператор	–	0,04	–	69,44
			Сумма:		20949,84
Вытеснение					
ТП	Фреоновый воздухоохладитель	9,6	3,2	11366,40	3788,80
	Приточный вентилятор	–	3,57	–	4226,88
	Вытяжной вентилятор	–	1,39	–	1645,76
ХП	Калорифер	16,37	–	28418,32	–
	Приточный вентилятор	–	3,57	–	6197,52
	Вытяжной вентилятор	–	1,39	–	2413,04
	Ротационный рекуператор	–	0,04	–	69,44
			Сумма:		18341,44

Согласно тарифам, действующим с 1 января 2021 г., для юридических лиц для обеспечения работы центрального кондиционера стоимость за единицу электроэнергии составляет 0,38994 Br /кВт·ч.

Поскольку при использовании калорифера необходимо обеспечить его теплоносителем, который покупается у поставщика тепловой энергии (допустим РУП «Гомельские тепловые сети»), тогда, в соответствии с этим, тариф на тепловую энергию составляет 127,3872 Br /Гкал = 0,1095 Br /кВт·ч.

В соответствии с этим, стоимость электроэнергии за весь период потребления составит:

$$P = T \cdot V, \quad (1)$$

где P – стоимость электричества, Br.; T – установленный в регионе тариф на электричество, Br./кВт·ч; V – объём потребляемой электроэнергии, кВт·ч.

При воздухораспределении смешивание стоимость электроэнергии за весь период потребления составит:

$$20949,84 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \cdot 0,38994 \text{ Br/кВт}\cdot\text{ч} = 8169,18 \text{ Br.}$$

При воздухораспределении вытеснение:

$$18341,44 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \cdot 0,38994 \text{ Br/кВт}\cdot\text{ч} = 7152,06 \text{ Br.}$$

Стоимость тепловой энергии за весь период потребления при воздухораспределении смешивание составит:

$$11457,60 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \cdot 0,1095 \text{ Br/кВт}\cdot\text{ч} = 1254,61 \text{ Br.}$$

При воздухораспределении вытеснение:

$$28418,32 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \cdot 0,1095 \text{ Br/кВт}\cdot\text{ч} = 3111,81 \text{ Br.}$$

Таким образом, общая стоимость за потребление тепловой и электрической энергией в год составляет для смешивания 9423,79 Br, для вытеснения – 10263,87 Br.

В результате общая стоимость системы кондиционирования воздуха помещения с большим объемом с учетом стоимости центрального кондиционера, воздухопроводом, воздухораспределителей, монтажа и потребления энергоресурсов для воздухораспределения смешивание составляет 99719,46 Br, а для вытеснения – 111568,11 Br. Выгоднее купить воздухораспределители для смешивания, но сопротивления в них большие, следовательно, нужен мощный вентилятор. Смогли обеспечить параметры в рабочей зоне, но за разную стоимость.

Список цитированных источников

1. Янчилин, П. Ф. Учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение» специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» / П. Ф. Янчилин. – Брест : БрГТУ, 2020. – 71 с.

2. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СН 4.02.01-03-2019

3. Стоимость поддержания микроклимата для больших помещений центральным кондиционированием при схеме воздухораспределения смешиванием / Н. В. Огиевич // Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях: Материалы научного семинара, Брест, БрГТУ, 19 марта 2021 года / Под ред. В. С. Северянина, В. Г. Новосельцева – Брест : РУПЭ «Брестэнерго», 2021. – 140 с.– 113–115 с.

4. Стоимость поддержания микроклимата для больших помещений центральным кондиционированием при схеме воздухораспределения вытеснением / Н. В. Огиевич, А. В. Батурова // Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях: Материалы научного семинара, Брест, БрГТУ, 19 марта 2021 года / Под ред. В. С. Северянина, В. Г. Новосельцева – Брест : РУПЭ «Брестэнерго», 2021. – 140 с.– 83–85 с.