

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОТЫ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ УСТАНОВКИ С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛА ВЕНТС ВУТ 300 Э2В ЕС И ЕЁ НАЛАДКА

*Савчук Б., Гридасов А.Ю. гр. ТВ-606м
Научный руководитель – к.т.к., доц. Исаев В.Ф.*

Аннотация. Рассматривается определение аэродинамических характеристик приточно-вытяжной установки с рекуперацией тепла и наладка ее работы. Система включает в себя: зональную приточно-вытяжную систему вентиляции с рекуператором; блок с датчиками температуры воздуха, относительной влажности в помещении и содержания углекислого газа CO_2 , систему автоматизации.

Ключевые слова: рекуператор, датчик, температура, относительная влажность, углекислый газ, микроклимат, локальная приточно-вытяжная система вентиляции.

Введение. В современных условиях развития Украины создание нормального микроклимата на рабочих местах в высших учебных заведениях (поточные аудитории, аудитории для проведения лабораторных и практических занятий) затруднено высокой стоимостью энергоносителей и низкой тепловой эффективностью помещений. Воздухообмен в них осуществляется за счёт неорганизованной естественной вентиляции через окна и форточки. При этом избыточный воздухообмен ведёт к большим потерям тепла, а недостаточное проветривание – к ухудшению качества воздуха в помещениях и повышению в нем содержания углекислого газа.

В рамках договоров о научном сотрудничестве с фирмой ВЕНТС г. Боярка и НИИ Шторм г. Одесса была смонтирована приточно-вытяжная установка с рекуперацией тепла ВЕНТС ВУТ 300 Э2В ЕС (см. рис. 1) в комплекте с многофункциональным датчиком-индикатором концентрации углекислого газа CO_2 (см. рис. 2).

Приточно-вытяжная установка ВУТ 300 Э2В ЕС с рекуперацией тепла представляет собой вентиляционный агрегат, обеспечивающий фильтрацию, и подачу свежего воздуха в помещения и удаление загрязненного. При этом тепло вытяжного воздуха передается приточному воздуху через пластинчатый рекуператор. Установка предназначена для энергоэффективной вентиляции в условиях низких температур наружного воздуха. Защита рекуператора от замерзания осуществляется при помощи электрического преднагрева уличного

воздуха. Патрубки для присоединения приточной и вытяжной частей предназначены для соединения с круглыми воздуховодами номинальным диаметром Ø150 или 160 мм [1].

Датчик-индикатор предназначен для измерения, индикации и контроля содержания углекислого газа в воздухе обитаемых помещений, а также для использования в устройствах автоматики систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Датчик измеряет также температуру и относительную влажность в месте установки. При достижении заданных предельных параметров концентрации CO_2 включается звуковой сигнал и вентиляторы общеобменной вентиляции [2].

Синхронная работа приточно-вытяжной установки и датчика-индикатора позволит экономно расходовать энергию на вентиляцию и кондиционирование воздуха в помещении.

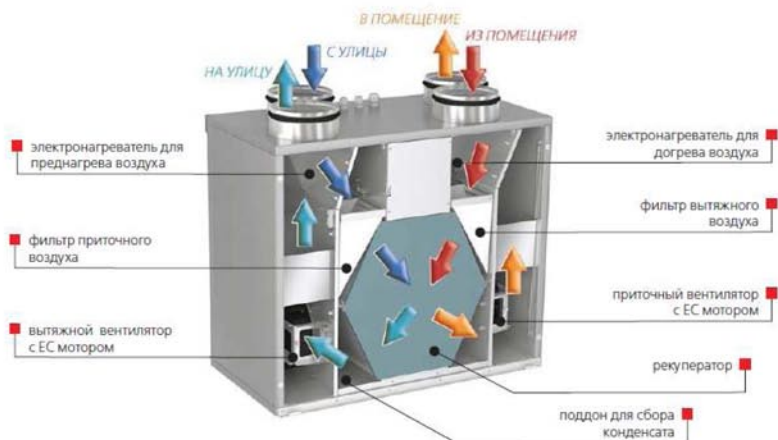


Рис. 1. Приточно-вытяжная установка



Рис. 2. Датчик-индикатор концентрации CO₂

В выставочном центре энергосбережения института Гидротехнического строительства и гражданской инженерии смонтирована приточно-вытяжная установка с рекуперацией тепла (см. рис. 3). Особенностью данной установки является работа проточного и вытяжного вентиляторов при повышенном сопротивлении. Диаметры воздуховодов воздухораспределительной и вытяжной сети на 25% меньше рекомендованных фирмой изготовителем.

Постановка задачи. Для дальнейших исследований, связанных с работой приточно-вытяжной установки с датчиком-индикатором в реальных условиях проведения лекционных и практических занятий необходимо:

- определить производительность приточной части установки;
- то же вытяжной части;
- синхронизировать работу рекуператора, приточного и вытяжного вентиляторов установки с датчиком-индикатором содержания CO₂;
- произвести наладку по расходам воздуха в приточной и вытяжной части установки.

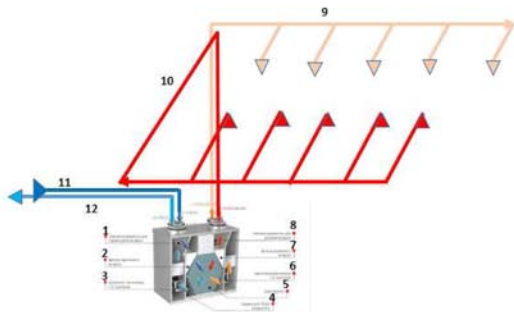
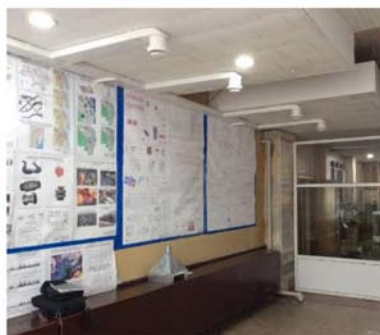


Рис. 3. Приточно-вытяжная установка с воздухораспределительной и вытяжной сетью: 1 – электронагреватель преднагрева уличного воздуха, 2 – фильтр приточного воздуха, 3 – вытяжной вентилятор, 4 – поддон для сбора конденсата, 5 – рекуператор, 6 – приточный вентилятор, 7 – фильтр вытяжного воздуха, 8 – электронагреватель для нагрева воздуха, 9 – воздухораспределительная сеть, 10 – вытяжная сеть, 11 – забор воздуха с улицы, 12 – удаление воздуха в атмосферу.

Объект исследования и аппаратура. Исследования проводились в Одесской Государственной Академии Строительства и Архитектуры с февраля по апрель 2018 г. в центре энергосбережения Института гидротехнического строительства и гражданской инженерии в аудитории размерами 6х12х4 м, т.е. объемом около 290 м³, где была смонтирована экспериментальная установка (рис 4).



Блок обработки воздуха



Фрагмент
воздухораспределительной
сети

Рис. 4. Экспериментальная установка

Измерения и наладка системы производилась с использованием пирометра IRF260-10S, шумомера SL-50, анемометра BL-30 AN фирмы VOLTcraft и многофункционального измерительного прибора TESTO 435 с трубкой Пито (см. рис. 5) производитель Германия.



Рис. 5. Инструментарий, используемый при измерениях и наладке системы

Результаты исследования. Исследования аэродинамических характеристик приточной и вытяжной части установки производились согласно [3].

1. С помощью прибора TESTO 435 и трубки Пито определялось скоростное давление в магистральных воздуховодах диаметром 125 мм (приточном и вытяжном) установки. Точки ввода замерной части трубки Пито в воздуховод принимались согласно рис. 6

Результаты замеров для двух взаимно перпендикулярных сечений приведены в табл. 1. Производительность приточной и вытяжной части установки по расходу воздуха определялась по

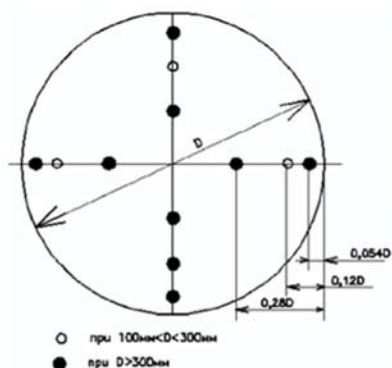
формуле (1)

$$L = 3600 \times F \times V_{\text{ср}} \quad (1)$$

Здесь F – площадь поперечного сечения воздуховода, м^2 , $V_{\text{ср}}$ – усредненная скорость движения воздуха в воздуховоде, м/с , определяется по формуле (2)

$$V_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{2 \times P_{\text{д.ср}}}{\rho}} \quad (2)$$

Здесь $P_{\text{д.ср}}$ – усредненное динамическое давление, Па , ρ – плотность перемещаемого воздуха, кг/м^3



Точки замера в магистральном воздуховоде



Зонт для замера скорости истечения воздуха от анемостата

Рис. 6. Техника измерений

Таблица 1 Результаты определения аэродинамических характеристик в приточной и вытяжной части установки

Приточная часть установки, диаметр воздуховода $D=125\text{ мм}$				
Динамическое давление, Па				
№№ замера	Сечение 1		Сечение 2	
	0.12 D	0.88 D	0.12 D	0.88 D
1	25	27	23	22
2	24	28	25	23
3	25	27	23	23
4	23	28	22	23

Усредненное динамическое давление $P_{\text{д.ср}}=24.4$ Па				
Усредненная скорость $V_{\text{ср}}=6.38$ м/с				
Расход воздуха $L_{\text{пр}}=282$ м ³ /час				
Вытяжная часть установки, диаметр воздуховода $D=125$ мм				
Динамическое давление, Па				
№№ замера	Сечение 1		Сечение 2	
	0.12 D	0.88 D	0.12 D	0.88 D
1	24	26	23	21
2	25	25	22	20
3	23	26	21	21
4	24	28	20	21
Усредненное динамическое давление $P_{\text{д.ср}}=23.1$ Па				
Усредненная скорость $V_{\text{ср}}=6.2$ м/с				
Расход воздуха $L_{\text{выт}}=274$ м ³ /час				

2. С помощью анемометра BL-30 AN и зонта для определения скорости истечения/всасывания воздуха от воздухораспределителей были определены расходы воздуха у каждого из анемостатов. Результаты замеров представлены в табл. 2.

Таблица 2 Расходы воздуха через приточные и вытяжные анемостаты

Расчет воздухопроизводительности приточных анемостатов					
Приточная ветвь установки  Нумерация анемостатов					
№№ измерений	Скорость истечения воздуха из анемостата, м/с. Диаметр устройства в точке замера $D=0.065$ м				
	№5	№4	№3	№2	№1
1	1.33	1.34	1.65	1.87	2.21
2	1.29	1.13	1.59	1.85	2.13
3	1.20	1.34	1.55	1.88	2.05
4	1.23	1.33	1.49	1.92	2.12

Средняя скорость	$V_{cp5}=1.2$ 6	$V_{cp4}=1.3$ 1	$V_{cp3}=1.5$ 7	$V_{cp2}=1.8$ 8	$V_{cp1}=2.1$ 3
Расход анемостата	$L_5=15.1$ $\text{м}^3/\text{час}$	$L_4=15.7$ $\text{м}^3/\text{час}$	$L_3=18.8$ $\text{м}^3/\text{час}$	$L_2=22.5$ $\text{м}^3/\text{час}$	$L_1=25.5$ $\text{м}^3/\text{час}$
Суммарный расход воздуха приточной части через анемостаты $L_{пр}=97.6 \text{ м}^3/\text{час}$					

Расчет воздухопроизводительности вытяжных анемостатов



№№ измерений	Скорость входа воздуха в анемостат, м/с. Диаметр устройства в точке замера $D=0.065 \text{ м}$				
	№5	№4	№3	№2	№1
1	3.02	1.76	0.87	0.61	0.55
2	3.18	1.65	0.91	0.74	0.49
3	3.31	1.77	0.9	0.65	0.39
4	3.17	1.76	0.87	0.72	0.46
Средняя скорость	$V_{cp5}=3.1$ 7	$V_{cp4}=1.7$ 4	$V_{cp3}=0.8$ 9	$V_{cp2}=0.6$ 8	$V_{cp1}=0.4$ 7
Расход анемостата	$L_5=37.9$ $\text{м}^3/\text{час}$	$L_4=20.8$ $\text{м}^3/\text{час}$	$L_3=10.6$ $\text{м}^3/\text{час}$	$L_2=8.1$ $\text{м}^3/\text{час}$	$L_1=5.6$ $\text{м}^3/\text{час}$
Суммарный расход воздуха вытяжной части через анемостаты $L_{выт}=83.0 \text{ м}^3/\text{час}$					

Сопоставление результатов определения расходов воздуха в приточной и вытяжной части установки при помощи прибора TESTO 435 с трубкой Пито и при помощи анемометра BL-30 AN с зонтом показывают значительные расхождения:

- соответственно 282 м³/час в магистрале против 98 м³/час для приточной части установки через анемостаты;
- соответственно 274 м³/час в магистрале против 83 м³/час для вытяжной части установки через анемостаты.

Номинальная воздухопроизводительность установки задекларированная заводом изготовителем составляет 300 м³/час по притоку и вытяжке. Замеры, произведенные прибором TESTO 435 с трубкой Пито в магистрале более точны.

Грубая ошибка при замерах анемометром с зонтом объясняется:

- неплотным примыканием зонта к месту расположения анемостата;
- значительным аэродинамическим сопротивлением зонта, что приводит к мгновенному перераспределению потоков воздуха между пятью анемостатами в момент замера;
- низкой герметичностью воздухопроводов.

Наладка равномерности работы анемостатов приточной и вытяжной части. Проверка герметичности воздухопроводов исключает величину потерь воздуха более 3%.

Поскольку погрешность измерений анемометром BL-30 AN с зонтом носит системный характер, то неоднократное повторение замеров с предварительной настройкой анемостатов с целью получения одинаковой скорости истечения/всасывания в точках замера зонта во всех пяти воздухораспределителях привела к равномерности их работы. На данном этапе исследований этого вполне достаточно. Мы добились равномерности воздухораспределения и забора воздуха через анемостаты. Более точные методы определения расхода воздуха будут выполнены на следующих этапах исследований.

3. Замеры уровня шума показали следующие результаты. Фоновый шум (при отключенной установке составил 32 дБ. При включенной установке – 65 дБ.

4. Датчик-индикатор концентрации CO₂ интегрирован в функциональную схему автоматики установки. Дальнейшая наладка системы позволит осуществлять автоматическое включение системы по достижению критического содержания диоксида углерода на рабочих местах.

Выводы. Анализ результатов проведенных исследований позволяет сделать ряд следующих выводов:

1. Определена производительность приточной и вытяжной частей установки;
2. Произведена наладка приточной и вытяжной части системы по

равномерному расходу воздуха через анемостаты;

3. Завершение синхронизации работы рекуператора, приточного и вытяжного вентиляторов с датчиком-индикатором CO_2 позволит производить последующие исследования по эффективности работы приточно-вытяжной установки с минимизацией энергетических затрат с одновременным соблюдением санитарно-гигиенических норм.

4. Измерение расхода воздуха при помощи анемометра и зонта для разветвленной сети ведет к грубым ошибкам.

Литература

1. Каталог оборудования ВЕНТС. Промышленная и коммерческая вентиляция. Киев, 2016

2. Инструкция по эксплуатации. Датчик-индикатор концентрации углекислого газа CO_2 . Одесса, 2018 г.

3. Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Рекомендации по испытанию и наладке систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Р НОСТРОЙ 2.15.3-2011. Москва, БСТ, 2012 г.

УДК 69.059.1

БЕТОНЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ (HIGH PERFORMANCE CONCRETE)

Саси О., гр. ПГС-253.

Научный руководитель – ас. Рубцова Ю.А.

К началу XXI века бетон окончательно утвердился в качестве основного строительного материала, обеспечивающего, устойчивое развитие человечества. Универсальность свойств, высокая технологичность, доступность сырьевой базы, инвестиционная привлекательность, экологичность – не полный перечень очевидных достоинств бетона. Рост наукоемкости – характерный признак современного бетоноведения. Многие устоявшиеся за последние 100 – 150 лет основные подходы и закономерности стремительно изменяются. По сути меняется философия бетона! Сегодня бетон — очень сложный композиционный материал с высокой функциональностью каждого из компонентов, бетонной смеси и самого бетона. Такие изменения привели к появлению термина: High Performance Concrete, под которым подразумеваются бетоны высокой