Рис.1. Функциональная схема анализатора гармоник.

1. ГОСТ Р 30804.4.7-2013.Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем энергоснабжения и подключаемым к ним техническим средств. – Введ. 2013-03-25. – М.: Изд-во стандартов, 20,31. – 39 с.
2. Айфичер, Эммануил С., Джервис, Барри У. Цифровая обработка сигналов: практический подход, 2-е издание. : Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2008 – 992 с. : ил. – Парал. тит. англ.
3. Аравенков А.А. Анализатор гармоник на основе широтно-импульсной модуляции / А.А. Аравенков, Ю.А. Пасынков // Ползуновский вестник. - 2015. - № 3. - С. 120-125.
4. Аравенков А.А. Анализатор гармоник на основе широтно-импульсной модуляции / А.А. Аравенков, Ю.А. Пасынков // Наука. Технологии. Инновации / Материалы всероссийской научной конференции молодых ученых в 4-х частях. - 2012. - № 2. - С. 10-11.
5. Аравенков А.А. Исследование влияния спектра широтно-импульсного сигнала на погрешность определения амплитуды гармоник в анализаторе гармоник на основе широтно-импульсной модуляции / А.А. Аравенков, Ю.А. Пасынков // Научный вестник. – 2017. - №. – С. 42-54.
6. Пат. 2564831С1 Российская Федерация, МПК7 G 01 R 23/16. Анализатор гармоник [Текст] / Аравенков А.А., Пасынков Ю.А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Новосибирский государственный технический университет"– № 2014117408/28; заявл. 29.04.2014; опубл. 10.10.2015, Бюл. № 28. – 6 с. : ил.
7. Пат. 131496U1 Российская Федерация, МПК7 G 01 R 23/16. Анализатор гармоник [Текст] / Аравенков А.А., Пасынков Ю.А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Новосибирский государственный технический университет"– №. 2012118134/28; заявл. 03.05.2012; опубл. 20.08.2013, Бюл. № 23. – 7 с. : ил.
8. Аравенков А.А. Метод анализа параметров гармонических составляющих сигнала основанного на широтно-импульсной модуляции с цифровым интегрированием и переключением сигналов / А.А. Аравенков, Ю.А. Пасынков // Перспективы науки, образования и бизнеса в цифровой экономике: сборник статей Международной научно-практической конференции (26.12.2017 г., г. Москва). [Электронный ресурс]– М.: Импульс, 2017. – С. 617-621.
9. Аравенков А.А. Разработка анализатора гармоник на основе широтно-импульсной модуляции с аналоговыми ключами и интеграторами / А.А. Аравенков, Ю.А. Пасынков // Научный диалог: Вопросы точных и технических наук. Сборник научных трудов, по материалам XIII международной научно-практической конференции 16 января 2018 г. Изд. ЦНК МНИФ «Общественная наука», 2018. – С. 42-44.

Афанасьева Д.В., Маркова Е.А., Русинова Н.Г., Щенникова Т.В.
Оптимизация работы вентиляционной установки на базе кинотеатра синема 5

*Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова
 (Россия, Чебоксары)*

doi:10.18411/spc-12-02-2018-09

idsp: 000001:spc-12-02-2018-09

Аннотация

В работе представлен вариант оптимизации работы вентиляционной установки для создания комфортных условий в кинозале, дается характеристика существующего положения, выполнены экономические расчеты при внедрении автоматизации оборудования.

Большинство людей посещают кинотеатры не только с целью просмотра хорошего фильма. Сюда приходят также просто отдохнуть, расслабиться после напряженного рабочего дня. В связи с этим, в таких общественных помещениях обязательным является создание всех комфортных условий для времяпрепровождения. Поэтому в кинотеатрах помимо систем отопления и кондиционирования обязательно должна присутствовать хорошая вентиляция, поскольку залы кинотеатров в большинстве случаев являются помещениями закрытого типа.[1]

При просмотре фильма в кинотеатре иногда чувствуется дискомфорт. Все это связано со сложной системой вентиляции кинозала. Вентиляционная установка подает воздух определенного количества и с определенной температурой, которые определяются нормативными документами.[2]

Но почему же вам все - таки холодно сидеть в зале? Все зависит от загрузки кинозала, проще говоря, от количества зрителей. По статистике полная загрузка зала встречается в 10 % случаев. Следовательно, расчетная нагрузка на системы вентиляции и кондиционирования будет происходить только в 1 % случаев из всех возможных, т.к. перечисленные вероятностные характеристики взаимно не связаны. Практически зал может быть полон на половину, треть, четверть или на 10 %. В работе ставятся определенные цели и задачи.

Цели:

- 1) Предложить вариант оптимизации системы вентиляции кинозала с целью энергосбережения.
- 2) Улучшить условия комфортного пребывания зрителей в кинозале.

Задачи:

- 1) Ознакомиться с системой вентиляции кинозала «Синема 5»
- 2) Выявить проблему воздухообмена в помещении
- 3) Рассчитать годовую экономию электроэнергии при внедрении назначенного оборудования.

Объектом исследования был выбран кинотеатр «Синема 5»(МТВ центр). Чтобы убедиться в существовании данной проблемы был проведен социальный опрос среди посетителей кинозала. Задан следующий вопрос: дискомфортно ли вам сидеть в кинозале? Ощущали, что вам холодно? Варианты ответа А) да, было холодно весь фильм, приходилось сидеть в верхней одежде Б) да, в начале просмотра фильма было комфортно, а потом стало прохладно В) нет, не ощущали, было вполне комфортно. Г) не обратили внимание на это факт. Количество зрителей в зале 30 чел. Посадочных мест 100. В итоге получились такие результаты: А)-25%,Б)27%В)38% Г)10% (рис. 1). Как видим, проблема по настоящему существует и требует решения, т.к. большинство людей ощущали холод и сидели в верхней одежде, либо ощутили прохладу после непродолжительного нахождения в кинозале.

Социальный опрос среди посетителей кинозала

Рис.1. Результаты социального опроса зрителей.

В кинотеатре «Синема 5» 8 зрительных залов, на 840 посадочных мест. Рассматриваемый зал № 3, с числом посадочных мест 100, имеет площадь 235 кв.м. Кинотеатр пользуется общими вентиляционными установками торгового центра, свои агрегаты не установлены.

Система вентиляции в кинозале осуществляется следующим образом: приточный воздух подается в зал с верхней части помещения (потолка) над сидячими местами, и удаляется в верхней зоне, только у экрана.

Воздухообмен – это частичная или полная замена воздуха содержащего вредности чистым атмосферным воздухом. Для наглядности выявления данной проблемы был рассчитан воздухообмен по кратности, на разбавление избытков тепла, на разбавление избытков вредностей.[3]

Воздухообмен по кратности.

$$L = n \cdot V, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где n – кратность воздухообмена, $\text{м}^3/\text{ч}$

L – Расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$

V – Объем вентилируемого помещения, м^3

Воздухообмен на разбавление избытков тепла определяется по формуле:

$$L = 3,6 \cdot Q_{\text{я}} / C_p \cdot (t_{\text{yx}} - t_{\text{пр}}), \text{ м}^3/\text{ч}$$

где $Q_{\text{я}}$ – явное тепло, Вт

ρ – плотность воздуха в помещении, $\text{кг}/\text{м}^3$

c – удельная теплоёмкость воздуха при постоянном давлении (в расчётах принимается $1,3 \text{ Дж}/\text{м}^3 \cdot \text{оС}$)

t_{yx} – температура уходящего воздуха, $^{\circ}\text{C}$

$$t_{\text{yx}} = t_{\text{р.з}} + \Delta t (H - 2), ^{\circ}\text{C}$$

где $t_{\text{р.з}}$ – температура рабочей зоны, $^{\circ}\text{C}$

Δt – это коэффициент, который показывает изменение температуры на каждый метр высоты помещения (0,2 – 0,9).

H – Высота помещения, м

$t_{\text{пр}}$ – температура приточного воздуха, $^{\circ}\text{C}$

$\sum Q_{\text{я}}$ – для летнего периода:

$$\sum Q_{\text{я}} = Q_{\text{обор}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{окон}} + Q_{\text{покр}}, \text{ Вт}$$

$\sum Q_{\text{я}}$ – для зимнего периода:

$$\sum Q_{\text{я}} = Q_{\text{обор}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}}, \text{ Вт}$$

Расчет воздухообмена на разбавление избытков вредности определяется по формуле:

$$L = 1,2 M / (Z_{\text{yx}} - Z_{\text{пр}}), \text{ м}^3/\text{ч}$$

где M – суммарное количество паров и газов ($\text{мг}/\text{ч}$)

$Z_{\text{yx}} - Z_{\text{пр}}$ – концентрация вредного вещества уходящего и приточного воздуха ($\text{мг}/\text{м}^3$)

Z_{yx} – не более предельно допустимой концентрации (ПДК) вредного вещества

$Z_{\text{пр}}$ – составляет 30% ПДК вредного вещества в рабочей зоне

В результате расчетов построены диаграммы (рис.2) требуемого воздухообмена при различной наполняемости зрительного зала. Как мы видим воздухообмен зависит от количества зрителей в зале. Подаваемое количество воздуха в кинозал по факту составляет $6300 \text{ м}^3/\text{ч}$, что обеспечивает требуемый воздухообмен на 50% загрузки зала, а при большей загрузке это условие не выполняется. Из этого следует, что операторы вентиляционной установки занижают объем подаваемого воздуха, учитывая то что

полная загрузка зала происходит в 10-20% случаев. Этот показатель все равно не обеспечивает комфортные условия при пребывании в зале (по опросу).

Рис 2. Диаграмма требуемого воздухообмена в кинозале при различной наполняемости

Известно, что расход электроэнергии установки зависит от воздухообмена, так подавая 5962 м³/ч на 25% загрузки зала, мы сэкономим 338 м³/ч воздуха, тем самым потратим меньше энергии.. В «МТВ-центре» приточно-вытяжная вентиляционная установка, обслуживающая кинозал, находится на 5 этаже. Она обслуживает 2 кинозала № 3 и № 4, каждый на 100 зрителей. Имеется частотное регулирование управление скоростями ручное. От температуры и количества зрителей в кинозале скорость не регулируется.

Одним из решений проблемы является установка тиристорного регулятора частоты вращения двигателей приточной и вытяжной системы с подачей сигнала на регулятор температуры в зале.

Частотный регулятор предназначен для изменения скорости вращения двигателя. При этом основной функцией регулятора скорости является изменение производительности вытяжной системы или другого оборудования. Но помимо этого, такие приборы обладают и дополнительными возможностями, о которых не стоит забывать: уменьшение износа оборудования в процессе эксплуатации; экономия потребляемой электрической энергии; снижение шумов на максимальных оборотах.[4] Регулятор температуры служит для измерения температуры в кинозале и при ее изменении подает сигнал на систему автоматики, которая регулирует объем подачи воздуха.

Расчет экономической эффективности при внедрении тиристорного регулятора частоты и регулятора температуры. [6]

Дано: Цена одной установки 364 875 руб

Цена автоматики 1 вент.установки 103 000 рублей + 70000 рублей (опциональное оснащение) программа

Монтажные работы 36 487,5 руб

Потребляемая электроэнергия 1 установки 70 кВт в сутки

Тариф электроэнергии для общественных зданий 4,70 руб

Основные формулы расчета:

1. Капитальные вложения:

$$K = K_{\text{обор.}} + K_{\text{м.р.}};$$

2. Общие издержки производства:

$$I_{\text{пр.}} = I_{\text{топл}} + I_{\text{эксп}};$$

$$I_{\text{эксп}} = \beta * I_{\text{в}}, \text{ где } \beta = 1,2;$$

$$I_{\text{в}} = \frac{H_{\text{а}}}{100} * C_{\text{об}};$$

$$H_{\text{топл}} = C_{\text{топл}} * V_{\text{н}},$$

где $V_{\text{н}}$ - потребляемая электроэнергия в год;

3. Приведенные затраты:

$$Z_{\text{пр}} = I_{\text{эксппл}} + E_{\text{н}} * K, \text{ где } E_{\text{н}} = 0,15;$$

4. Годовая экономия:

$$\mathcal{E}_{\text{к}} = I_{\text{баз}} - I_{\text{пр}};$$

5. Срок окупаемости установки:

$$T = \frac{K}{\mathcal{E}_{\text{к}}}.$$

Проведя расчет, для наглядности построен график срока окупаемости, затрат и экономической эффективности (рис.3). Так видим, что оборудование окупится за 7 месяцев при потреблении энергии установкой в 4 раза меньше нормированной (нормированная электроэнергия составляет 70кВт на полную загрузку зала), за 10 месяцев при потреблении электроэнергии в 2 раза меньше, 22 мес. при потреблении электроэнергии в 1,35 раз меньше нормированной. Рассчитав среднее арифметическое, получаем, что срок окупаемости составит 13 месяцев, а экономия при этом значении составит 25 тысяч рублей.

Рис 3. График окупаемости оборудования

Вывод

Предложив вариант оптимизации системы вентиляции кинозала, мы убедились в том, что при установке тиристорного регулятора частоты вращения двигателей приточной и вытяжной системы с подачей сигнала на регулятор температуры в зале экономится электроэнергия и происходит окупаемость оборудования в достаточно короткий срок. Так же при установке будут обеспечены комфортные условия при просмотре фильма.

1. «СП 118.13330.2012. Свод правил. Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009»
2. «СП 60.13330.2012. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная версия СНиП 41-01-2003»
3. Справочник проектировщика “Внутреннее сантехнические устройства”, часть 3, книга 1 и 2, “Вентиляция и кондиционирование воздуха”. Под редакцией Павлова И.И., Шиллера Ю.И., четвертое издание исправленное, Стройиздат ; 1992.
4. electricalschool.info.
5. Руководство по оценке экономической эффективности инвестиций и энергосберегающие мероприятия/Дмитриев А.Н.; Ковалев И.Н.; Ю.А. Табунщиков, Н.В. Шилкин. – М.: АВОК-Пресс, 2005. – 119с.:ил. – (Техническая библиотека НП “АВОК”). – Библиогр.: с. 117-119.
6. Аэродинамика вентиляции/ В. Н. Посохин. – М. АВОК-Пресс, 2008. – 208 с.:ил. – (Техническая библиотека НП “АВОК”). – Библиогр.: с. 189-190.
7. <http://вент-екб.рф/электрические-регуляторы/>
8. https://ru.wikipedia.org/wiki/Тиристорный_регулятор_мощности

Барabanщиков П.О.

Автоматизация процесса сборки двигателя ГТД

*Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi:10.18411/spc-12-02-2018-10

idsp: 000001:spc-12-02-2018-10

Автоматизация - это процесс, при котором функции управления и контроля, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам. Введение автоматизации сборочных процессов на производстве позволяет повысить производительность и качество продукции, улучшает условия труда, сокращает число рабочих, площадь помещений цеха под сборку, себестоимость выпускаемой продукции.

Процесс сборки двигателей ГТД требует высокой точности изготовленных деталей и мастерства работников. Несмотря на то, что ДСЕ изготавливаются фактически с максимально достижимой в производстве точностью, при сборке даже хорошо освоенных серийных двигателей требуемая точность достигается методами осуществляемой вручную пригонки, попарным или индивидуальным подбором деталей. При этом количество нуждающихся в доработке изделий может достигать 30%, что вынуждает производить многочисленные повторные сборки, подбирая опытным путём детали или производя их пригонку. Кроме того, некоторые детали в двигателе могут устанавливаться в разных относительных положениях, равноценных с конструктивной точки зрения, но позволяющих добиться различных характеристик. Однако наличие макроотклонений при сборке может привести к неудовлетворяющим заданным требованиям неточностям. К сожалению, такой процесс сборки практически невозможно автоматизировать.