

*А.В. Валитинович
д.т.н., профессор
Б.С. Капитонович
к.т.н., доцент
Р.К. Аркадиевич
аспирант*

Украина, Одесская государственная академия строительства и архитектуры

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА ПРИ СОРТИРОВКЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Загрязнение окружающей среды производственными отходами является одной из острейших проблем современного общества. Поверхностные накопления отходов наносят большой ущерб флоре и фауне, влияя на динамическое развитие биосферы, на качество жизни человека. Это связано со сложным морфологическим составом образующихся отходов. В нынешнее время проблема сбора, вывоза и утилизации мусора различного типа имеет большую актуальность.

Проблема обращения с твердыми бытовыми отходами (ТБО), в основном – экологическая, но эффективное ее решение связано с решением технических, энергетических и экономических задач.

Сбор отходов часто является наиболее дорогостоящим компонентом всего процесса утилизации. Поэтому правильная организация сбора отходов может сэкономить значительные средства.

Технологическая схема мусоросортировочной линии включает в себя помещение, где производится ручная сортировка мусора, это помещение оборудуют системами приточно-вытяжной вентиляции которые должны обеспечить комфортные условия на рабочем месте.

Известно, что изменение параметров внутреннего воздуха температура, влажность, содержание пылевых частиц) на рабочих местах при проведении технологических операций обусловлено двумя типами воздействий – наружными и внутренними [1, 2].

К наружным воздействиям относят климатические изменение параметров окружающей среды в течение года, а к внутренним воздействиям, технологические поступления тепла и вредностей на рабочее место.

Поэтому обоснованное внедрение в практику проектирования разработанной нами модернизированной системы микроклимата [3], для помещений сортировщиков ТБО требует соответствующего «расчетного инструмента» (математической модели) для моделирования теплообмена и воздухообмена на рабочем месте.

Анализ схемы взаимодействия приточно-вытяжных потоков (рис.1) для модернизированной системы микроклимата показывает, что обеспечение комфортных условий на рабочих местах зависит от эффективности работы приточных воздухораспределителей (рис. 1, поз. 4 и 5). Приточные вентиляционные устройства непосредственно воздействуют на рабочих, и создают «локальную зону комфорта» на рабочем месте.

Схемы решения отопления и вентиляции производств, основным видом вредных выделений в которых является пыль, имеет большое сходство независимо от вида

производства. Поэтому при проектировании отопления и вентиляции в сортировочном отделении ТБО можно ориентироваться на разработанные рекомендации [4], в которых указывается, что коэффициент воздухообмена помещения находится в пределах 1,4-1,65. В этих помещениях в рабочее время следует предусматривать воздушное отопление, совмещенное с вентиляцией.

Расход удаляемого воздуха, L , $\text{м}^3/\text{ч}$, должен быть достаточным для разбавления вредных веществ (аэрозоль, пыль, др.), поступающих в помещение, до предельно допустимой концентрации [5]. Указанный расход, L , $\text{м}^3/\text{ч}$, определяется по формуле:

$$L = M / (C_{\text{пдк}} - C_{\text{пр}}) \quad (1)$$

здесь M – количество вредностей поступающих в помещение, $\text{мг}/\text{ч}$; $C_{\text{пдк}}$ – предельно допустимая концентрация, вредностей в помещении, $\text{мг}/\text{м}^3$; $C_{\text{пр}}$ – концентрация вредности в приточном воздухе, $\text{мг}/\text{м}^3$.

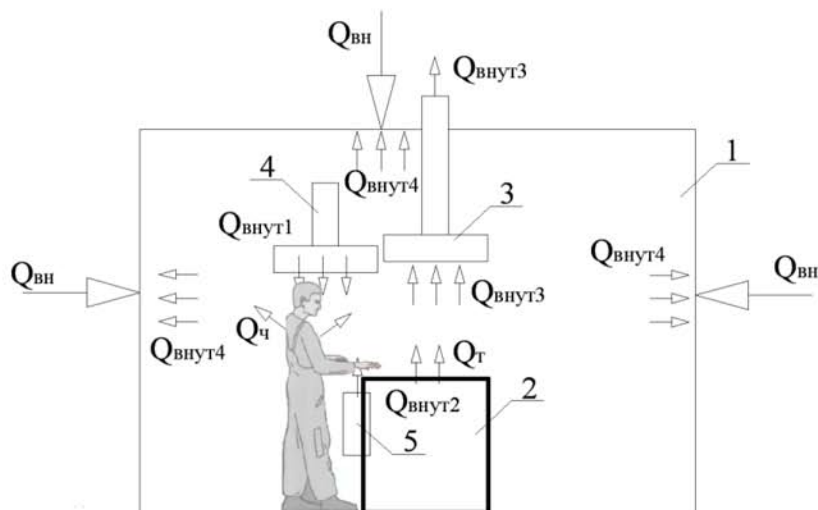


Рис. 1. Схема теплообмена в помещении сортировки ТБО.

1 – помещение сортировки ТБО; 2 – сортировочный стол; 3 – вытяжной зонт; 4 – основной приточный воздухораспределитель; 5 – дополнительный приточный воздухораспределитель; $Q_{\text{вн}}$ – внешние тепловые воздействия окружающей среды; $Q_{\text{внут1-4}}$ – внутренние тепловые воздействия на микроклимат помещения; $Q_{\text{т}}$ – технологические тепловые воздействия на микроклимат помещения.

При расчетах предложенной модернизированной системы необходимо учитывать следующие особенности:

- дополнительный приточный воздух должен для недопущения дискомфорта подаваться с минимальными скоростями (0,05-0,1 $\text{м}/\text{с}$);
- для обеспечения комфорта температура приточного воздуха дополнительного воздухораспределителя не должна быть ниже температуры воздуха основного воздухораспределителя.
- объемы подаваемого воздуха должны распределяться в соотношении 75 % – основным воздухораспределителем, 25 % – дополнительным.

В производственных зданиях расчет тепло-воздушного баланса помещений производится для трех периодов года – холодного, теплого и переходного [6].

Для холодного периода года необходимо определить расход приточного воздуха $G_{пр}$, кг/ч, и температуру $t_{пр}$, °С. Определять указанные величины (при недостатках теплоты в помещении) необходимо путем совместного решения уравнений воздушного и теплового балансов помещения.

Уравнение воздушного баланса [7] :

$$G_{пр} = G_{пр1} + G_{пр2} = G_{выт} \quad (2)$$

Уравнение теплового баланса [8]:

$$0,278 \cdot c \cdot G_{пр1} \cdot t_{пр1} + G_{пр2} \cdot t_{пр2} = 0,278 \cdot c \cdot G_{выт} + Q_{нед} \quad (3)$$

Для двух приточных воздухораспределителей уравнение теплового баланса можно представить в виде системы уравнений

$$\begin{cases} 0,278 \cdot \tilde{n} \cdot G_{i\dot{o}1} \cdot t_{i\dot{o}1} = 0,278 \cdot \tilde{n} \cdot k_1 \cdot G_{\dot{a}\dot{u}\dot{o}} + n_1 \cdot Q_{i\dot{a}\dot{a}} \\ 0,278 \cdot \tilde{n} \cdot G_{i\dot{o}2} \cdot t_{i\dot{o}2} = 0,278 \cdot \tilde{n} \cdot k_2 \cdot G_{\dot{a}\dot{u}\dot{o}} + n_2 \cdot Q_{i\dot{a}\dot{a}} \end{cases} \quad (4)$$

где c – удельная теплоемкость воздуха,

$G_{пр1}$, $t_{пр1}$, $G_{пр2}$, $t_{пр2}$ – расход и температура приточного воздуха в основном и дополнительном воздухораспределителях;

k_1 , k_2 – доли количества приточного воздуха поступающих от основного и дополнительного воздухораспределителей;

n_1 , n_2 – доли теплоты передаваемой в помещение с приточным воздухом от основного и дополнительного воздухораспределителей;

$Q_{нед}$ – недостатки теплоты, Вт.

По уравнениям (2) определяется $G_{пр}$, а по уравнениям (4) – $t_{пр1}$ и $t_{пр2}$. При этом $t_{пр1,2}$, не должны превышать 70 °С (по санитарно-гигиеническим требованиям). Если $t_{пр1,2}$ получается выше 70 °С, то необходимо увеличить $G_{пр}$ с таким расчетом, чтобы $t_{пр1,2} < 70$ °С, при этом учитывается и $G_{выт}$.

Анализ системы уравнений (4) показывает, что для определения рациональных условий организации приточной вентиляции необходимо произвести расчет температур $t_{пр1,2}$ при изменении частей теплоты (n_1 , n_2) передаваемой основным и дополнительным воздухораспределителями (рис. 2).

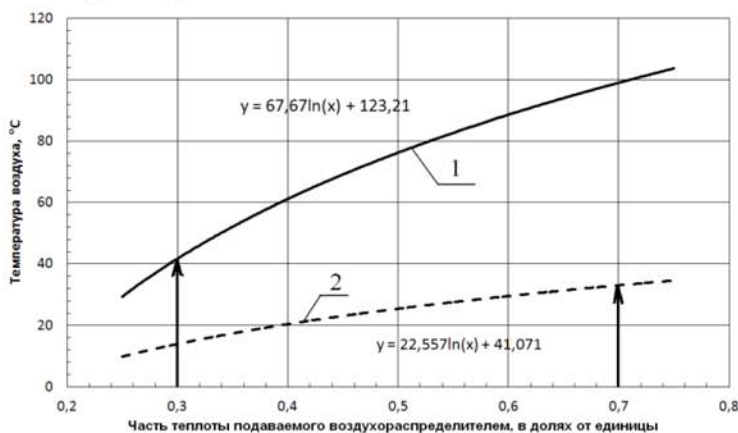


Рис. 2. Температура приточного воздуха подаваемого основным и приточным воздухораспределителем.

— - дополнительный воздухораспределитель (кривая 1);

---- - основной воздухораспределитель (кривая 2).

Анализ кривых графиков (рис. 2) показывает, что соотношение долей теплоты (n_1, n_2), в приточных потоках должно иметь следующее соотношение: 70% (0,7) – от основного воздухораспределителя; 30% (0,3) – от дополнительного. Поддержание такого распределения долей теплоты в приточном воздухе позволяет удовлетворить требования комфорта и обеспечить оптимальные метеорологические условия на рабочем месте сортировщика ТБО в холодный и переходный периоды года (температуры $t_{пр1} = 34 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_{пр2} = 43 \text{ }^\circ\text{C}$).

В теплый период года схема выполнения вентиляции определяется тепловым балансом помещения. В тех случаях, когда излишки тепла незначительны, а при воздухообмене, установленном для холодного периода года, температура рабочей зоны не превышает рекомендованных, принимают можно рекомендовать следующую схему вентиляции:

а) системы местной механической вытяжной вентиляции работают в нормальном режиме, неизменном на протяжении всего года;

б) приток осуществляется механической (в режиме установленном для холодного периода года) вентиляцией. В этом случае уравнение воздушного баланса записывается так же, как и для холодного периода года, см. уравнения (2), а уравнение теплового баланса будет иметь вид:

$$0,278 \cdot c \cdot G_{пр1} \cdot t_{пр1} + G_{пр2} \cdot t_{пр2} + Q_{изб} = 0,278 \cdot c \cdot t_{р.з.} \cdot G_{выт} \quad (5)$$

По уравнению (5) определяют фактическую температуру в рабочей зоне $t_{р.з.}^{\phi}$ и сравнивают ее со значением, рекомендуемым [4], т.е. со значением $t_{р.з.}^{\text{табл.}}$. При этом должно выполняться условие:

$$t_{р.з.}^{\phi} \leq t_{р.з.}^{\text{табл.}} \quad (6)$$

Если условие формулы (6) выполняется то расчет считается законченным.

Следует отметить, что в теплый период года для ассимиляции теплоизбытков можно использовать еще один дополнительный приточный поток от естественной вентиляции через открытые оконные проемы.

Предложена математическая модель теплового и воздушного обменов для модернизированной системы микроклимата сортировщиков ТБО.

В результате численного моделирования параметров работы приточно-вытяжных устройств для рабочего места сортировщика ТБО определены рациональные температуры воздуха подаваемого основным и дополнительным воздухораспределителем модернизированной системой микроклимата.

Использование предложенной модели теплового и воздушного обмена позволяет определить рациональные параметры воздуха и скорость разогрева помещения сортировки ТБО в период перехода с нерабочего режима (дежурного отопления) к рабочему режиму.

Литература

1. Батулин, В. В. Основы промышленной вентиляции / В. В. Батулин. -М.: Профиздат, 1990.
2. Балтеренас, П. С. Обеспыливание воздуха на предприятиях строительных материалов / П. С. Балтеренас. М.: Стойиздаг, 1990.
3. Розов К.А. Анализ устройств и эффективности работы систем вентиляции сортировочных линий ТБО. Вісник ОДАБА, 2013. № 52. Одеса. Зовнішрекламсервіс – С.218-223.
4. Вентиляция и отопление цехов машиностроительных предприятий / М. И. Гримитлин и др.. 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1993.

5. Квашнин. И.М. Промышленные выбросы в атмосферу. Инженерные расчеты и инвентаризация / Квашнин. И.М. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2005. – 392с.
6. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.1. Отопление /Б.Н.Богословский и др.;Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И.Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. –М.: Стройиздат, 1990. -344с.
7. Краснов Ю.С. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию для производственных и общественных зданий. Москва; Техносфера; Термокул, 2006 – 288 с.
8. Волков О.Д. Проектирование вентиляции промышленное здания: [Учеб. пособие]. –Х.: Вища шк. Изд-во при ХГУ, 1989. – 240 с.

К.И.Борисенко

к.т.н., доцент

О.Н. Зайцев

д.т.н., профессор

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ С АККУМУЛИРУЮЩЕЙ ЕМКОСТЬЮ

Введение

Наиболее простым и надежными устройствами аккумуляирования тепла являются жидкостные теплоаккумуляторы, что связано с совмещением функций теплоаккумулирующего материала теплоносителя. Вследствие этого аккумуляторы такого типа особенно широко применяются для бытовых целей, в схемах различных систем горячего водоснабжения и отопления [1,2].

Наибольшее распространение получил вытеснительный жидкостной аккумулятор. Вследствие разности плотностей горячей и холодной жидкостей может обеспечиваться малое перемешивание жидкости (эффект «термоклина») [6], эффективность использования вытеснительных аккумуляторов снижается вследствие потерь тепла на перемешивание между объемами горячего и холодного теплоносителя, нагрев корпусов и т. п. Кроме этого, использование вытеснительного типа аккумулятора связано с комплексом конструктивных и эксплуатационных мероприятий, обеспечивающих минимальные потери энергии [4, 5]. Основным препятствием, сдерживающим внедрение таких аккумуляционных систем, является отсутствие систематизированного математического, программного и нормативного обеспечения проектирования и строительства этих систем в климатических условиях Украины [1-3].

Цель работы - повышение эффективности работы систем децентрализованного горячего водоснабжения и отопления на основе источника тепла – жидкостного теплоаккумулятора.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Рассмотреть эффективность работы существующих систем децентрализованного теплоснабжения с теплогенерирующими устройствами различных типов для определения