

УДК 331.45

Н.С. Белая (ст. преп.)

В.А. Соосар (студент)

Донецкий национальный технический университет, Донецк

### СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТРУДА ТЕРМИСТОВ ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ ИЗДЕЛИЙ

В статье рассмотрен способ улучшения санитарно-гигиенических условий труда термистов при термообработке (закалке) изделий за счет применения местной вентиляции у источника их образования. В производственных условиях сборочного цеха были проведены исследования воздушной среды при термической обработке экспрессным методом. Для эффективного улавливания вредностей над загрузочными отверстиями и отверстиями выдачи заготовок разработаны комбинированные зонты. Разработана математическая модель выбора местной вентиляции на основе турбулентно-диффузионного процесса.

**Ключевые слова:** вентиляция, концентрация, производственный фактор, излучение, диффузия, термообработка, комбинированный зонт, воздуховод.

Характеристики опасных и вредных производственных факторов при термической обработке определяются используемым оборудованием, видом термической обработки, применяемыми рабочими средами. В термических цехах наблюдается повышенная загазованность воздуха рабочей зоны, повышенное излучение от поверхностей оборудования, материалов, вследствие чего на ряд рабочих мест действует повышенная интенсивность теплового потока.

Технологические операции, выполняемые при термической обработке изделий, разнообразны, в первую очередь обусловлены ее видом, применяемым оборудованием и рабочими средами. На рассматриваемом термическом участке Горловского машиностроительного завода установлены нагревательные печи марки TQ-9EM и TQ-17EM, работающие на газе пропан  $C_3H_8$ . В воздушную среду производственного помещения вредные вещества поступают через неплотности в оборудовании при его работе, при истечении вредностей вследствие разности давлений, в оборудовании при открытых окнах загрузки и выдачи изделий, а также в помещении, турбулентный и молекулярный перенос вследствие разности их концентраций в оборудовании и помещении.

Исследовалось состояние воздушной среды при термической обработке изделий экспрессным методом с помощью универсального газоанализатора УГ-2. Определение концентрации газов производилось путем просасывания загрязненного воздуха через индикаторную трубку, наполненную реактивным порошком. Длина окрашенного столбика пропорциональна концентраций газа и измеряется по шкале, прилагаемой к прибору. Из анализа экспериментальных данных следует, что основными компонентами газовой среды, ухудшающими санитарно-гигиеническую характеристику при термической обработке матриц, является окись углерода при неполном сгорании топлива и тепло. Концентрация CO в воздухе на рабочем месте термиста приведена в табл. 1.

Таблица 1 – Концентрация окиси углерода на рабочем месте при термической обработке матриц

Вид обработки	Место взятия пробы	Концентрация, мг/м <sup>3</sup>
Закалка	Зона дыхания, на расстоянии 1,2 м от окна загрузки, выгрузки	80-90
	На расстоянии 1,5 м	60-70
	На расстоянии 2 м	30-40

Из табл. 1 видно, что содержание в зоне дыхания термистов на расстоянии 1,2-2 м от окон выдачи и загрузки в 3-4 раза превышает допустимую норму – 20 мг/м<sup>3</sup>. Гигиеническая оценка при термической обработке матриц показала, что применение зонтов над печью недостаточно эффективно. Для повышения эффективности существующей вентиляции, правильного выбора скорости воздуха в приемных отверстиях проведено исследование закономерности движения теплового потока и разработаны конструкции отсасывающих устройств от окна загрузки и выдачи изделия.

Помещения термических цехов оборудуются общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией. Используя аэрацию, можно осуществлять воздухообмены больших объемов, которые при механической вентиляции практически не достижимы. Устройство аэрации не требует значительных капиталовложений и затрат металла, а эксплуатация - затрат тепла и электроэнергии.

Помещения при аэрации не загромождаются воздуховодами, благодаря чему естественное освещение не ухудшается. Аэрация может создавать наибольший санитарный эффект при использовании ее в комплексе с механическими установками местной вытяжной вентиляции. Для предотвращения выбивания газов в помещение над загрузочными отверстиями и отверстиями выдачи заготовок разработаны комбинированные зонты для отвода продуктов сгорания (рис. 1 и рис. 2).

Местный отсос от окна загрузки термопечи представлен на рис. 3. На рис. 4 и 5 даны схемы расположения местного отсоса от нагревательной печи и от термопечи. Эффективность предложенных конструкций заключается в том, что окна выдачи и загрузки, при открывании перемещаясь, и занимают положение в предусмотренном отсосе. Продукты сгорания поступают в комбинированный отсос непосредственно от источника образования. Расчет отсосов сводится к определению их размеров и объемов удаляемых продуктов.

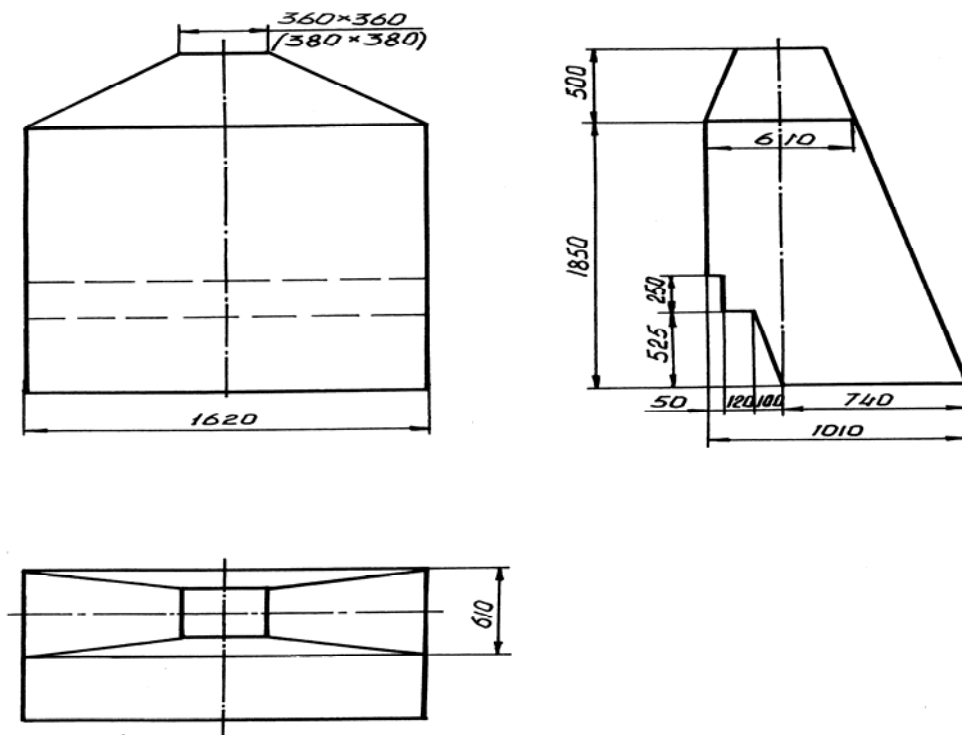


Рис. 1. Местный отсос от загрузочного окна термопечи

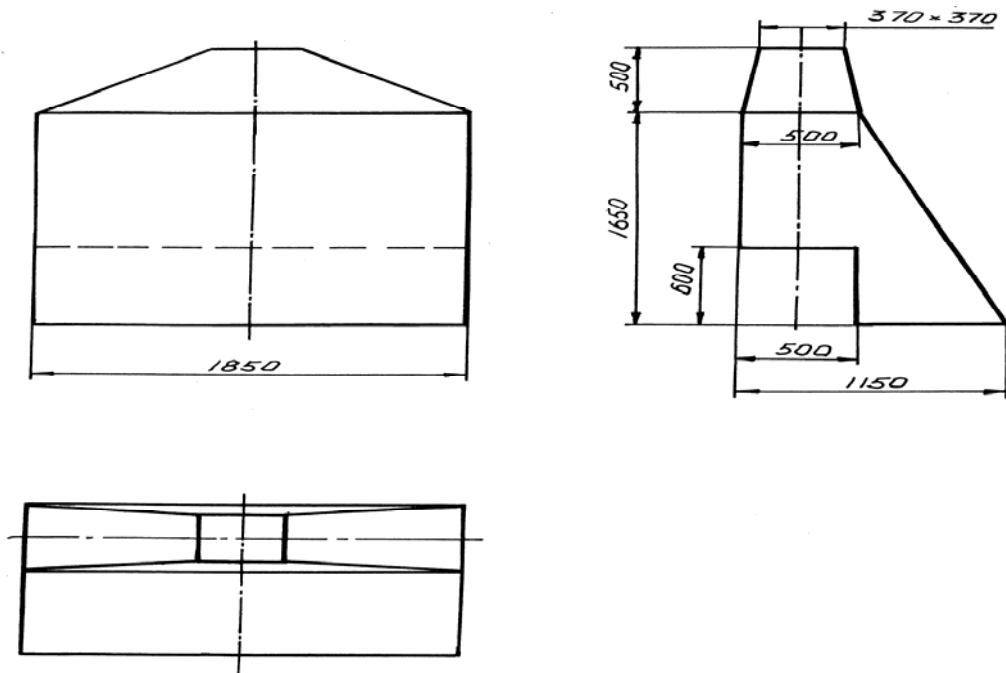


Рис. 2. Местный отсос от окна загрузки термической печи

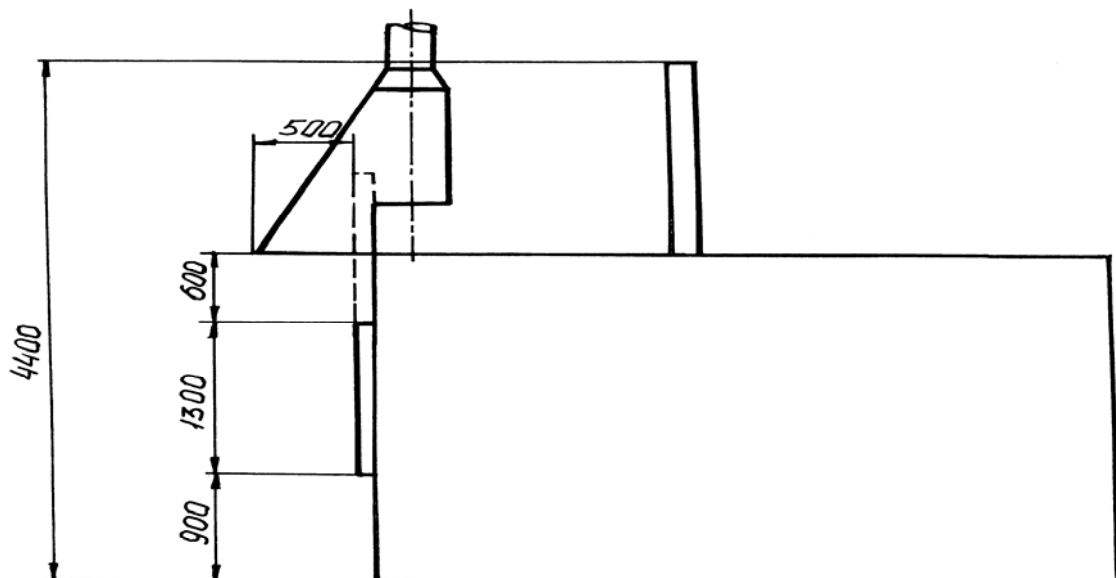


Рис. 3. Схема расположения местного отсоса от окна загрузки термопечи

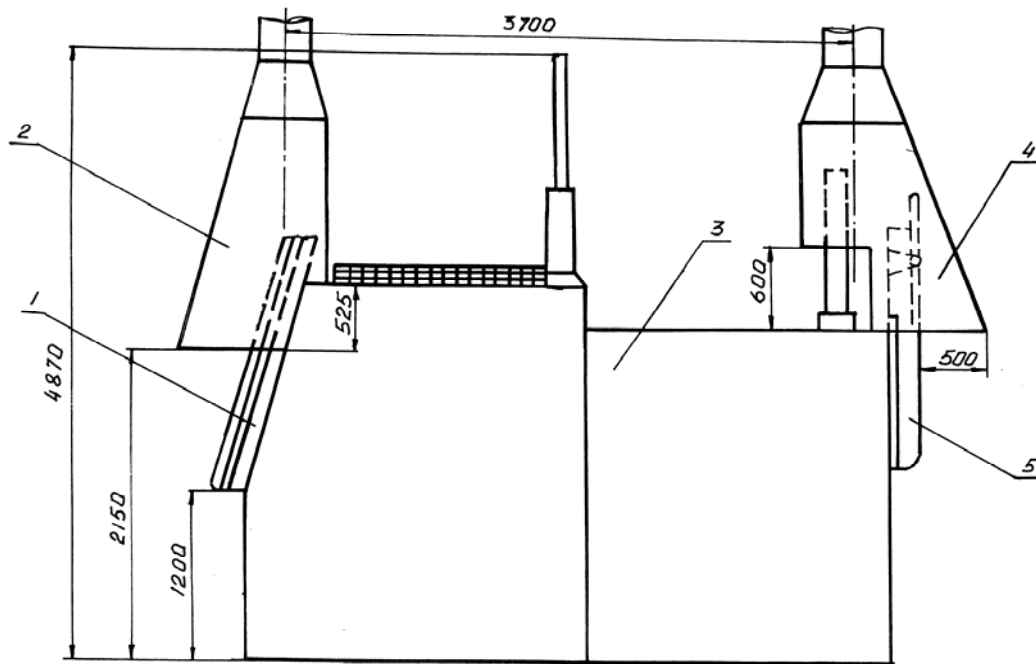


Рис. 4. Схема расположения местных отсосов от термопечи  
1 – окно загрузки; 2–4 отсасывающие устройства; 3 – печь, 5 – окно выдачи

В условиях поступления и удаления воздуха через аспирационное укрытие увеличивается сопротивление на входе, что в свою очередь приводит к образованию на входе турбулентных потоков различных масштабов и направлений. Турбулентно - диффузионный процесс описывается уравнением:

$$D \left( \frac{d^2c}{dx^2} + \frac{d^2c}{dy^2} + \frac{d^2c}{dz^2} \right) + \bar{V} \left( \frac{dc}{dx} + \frac{dc}{dy} + \frac{dc}{dz} \right) = 0 \quad (1)$$

где  $D$  - коэффициент турбулентной диффузии,  $m^2 \cdot c$ ;

$\bar{V}$  - средняя скорость движения воздуха на входе в аспирационное укрытие,  $m/c$ ;

$\frac{d^2c}{dx^2}$  - производная второго порядка концентрации  $c$  по  $x$ ;

$\frac{dc}{dx}$

- производная первого порядка концентрации  $c$  по  $x$ .

Для практических целей наибольший интерес представляет распространение вредностей в вертикальной плоскости зоны термообработки. Тогда уравнение (1) представим в виде плоской бесконечной задачи турбулентной диффузии:

$$Dy \frac{d^2c}{dy^2} + Vy \frac{dc}{dy} = 0 \quad (2)$$

Решение уравнения осуществляется путем подстановки:

$$I = \frac{dc}{dy} \quad Dy \cdot \frac{dY}{dy} = Vy \cdot Y = 0 \quad (3)$$

$$\frac{dY}{Y} = -\frac{Vy}{Dy} \cdot dy \quad (4)$$

В качестве граничных условий имеем

$$C(y) / y = 0 = C_0, C(\infty) = 0$$

$$\text{Тогда } C = C_0 \cdot \exp\left(-\frac{Vy}{Dy} \cdot y\right), \quad (5)$$

где  $C_0$  - максимальная концентрация вредных веществ, кг/м<sup>3</sup>;

$y$  - расстояние от поверхности нижней части загрузочного окна (в вертикальном направлении), м.

Из этого уравнения видно, что в потоке воздуха навстречу ему создается поле концентраций вредностей, быстро убывающих в обратном потоке направления.

Решение уравнения (5) дает возможность определить, на каком расстоянии ( $y$ ) от поверхности окна концентрация вредностей не будет превышать допустимую по санитарным нормам.

Представим уравнение (5) в виде:

$$\ln \frac{C_0}{C} = \frac{V_y}{D_y} \cdot y \quad (6)$$

Очевидно, что поле концентраций вредных веществ на различных расстояниях от плоскости окна зависит от соотношения.

Согласно исследованиям /5/, коэффициент турбулентной диффузии определяется по формуле:

$$D = K \cdot \sqrt[3]{\alpha \cdot V^2 \cdot S} \quad (7)$$

или

$$D = 0,62 \cdot K \cdot \sqrt[3]{\beta \cdot V^2 \cdot \rho} \quad (8)$$

где  $K$  - постоянный эмпирический коэффициент;

$\alpha$  - коэффициент аэродинамического сопротивления входного отверстия:

$$\alpha = \frac{\beta \cdot \rho}{2}$$

где  $\rho$  – плотность среды, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\beta$  - коэффициент сопротивления входного отверстия.

Для случая аспирации уравнение (8) имеет вид

$$D=0,087 \cdot \sqrt[3]{V^2 \cdot S} \quad (9)$$

Значения коэффициентов турбулентной диффузии при различных скоростях и отношения  $\frac{V_y}{D_y}$  приведены в таб. 2.

Таблица 2 – Значения коэффициента турбулентной диффузии  $D$  и отношения  $\frac{V_y}{D_y}$  в зависимости от скорости потока

Скорость потока $V$ , м/с	$D=0,087 \cdot \sqrt[3]{V^2 \cdot S}$ , м/с	$\frac{V_y}{D_y}$
1	2	3
1	0,052	19
2	0,083	24
3	0,104	27
4	0,126	30
5	0,148	32
6	0,165	35
7	0,260	42

На основании уравнения (5) и данных табл. 2 можно построить график зависимости концентраций вредных веществ от расстояния при различных значениях отношения  $\frac{V_y}{D_y}$ .

$y$  - необходимую скорость воздуха на входе в аспирационное укрытие на заданном расстоянии  $y$  от поверхности окна определим из формулы (6)

$$Vy = \frac{Dy}{Y} \cdot \ln \frac{C_0}{Cngk} \quad (10)$$

Расход воздуха

$$Q = \frac{S}{y} \cdot Dy \cdot \ln \frac{C_0}{Cngk} \quad (11)$$

Скорость воздуха во входном отверстии аспирационного укрытия определяем по формуле (10), а коэффициент турбулентной диффузии по формуле (9). Скорость воздуха во входном отверстии  $V = 6$  м/с. Площадь сужения входного канала в аспирационное укрытие  $S = 0,43$  м. Расход воздуха определяем по формуле:

$$Q = S \cdot V = 6 \cdot 0,43 = 2,58 \text{ м}^3 \cdot \text{с}$$

На термическом участке устанавливаются комбинированные зонты над окнами выдачи и загрузки изделий. При работе данной вентиляционной системы концентрации вредных веществ допустимых значений.

Выполненные исследования по состоянию воздушной среды при термической обработке изделий, разработка конструкций отсасывающих комбинированных зонтов от источника образования вредных веществ, разработка математической модели выбора местной вентиляции позволило обосновать применение конструкции комбинированного зонтика, а также выбрать его параметры. Внедрение местной вентиляции позволило улучшить санитарно-гигиенические условия термистов, повысить производительность труда.

### Список использованной литературы

1. Жидецкий В.Ц. Основы охраны труда: учебное пособие / В.Ц. Жидецкий, В.С. Джигерей, А.В.Мельников. – Львов: «Афиша», 2000. – 343 с.
2. Белов С.В. Безопасность производственных процессов: справочник / С.В. Белов. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.
3. Смирнов Н.В. Пожарная безопасность предприятий черной металлургии: справочник / Н.В.Смирнов, Л.М. Коган. – М.: Металлургия, 1989. – 432 с.
4. Иванов Б.С. Охрана труда в литейном и термическом производстве / Б.С. Иванов. – М.: Машиностроение, 1990. – 224 с.
5. Гигиена труда и производственная санитария / М.И. Солдак, В.И. Солдак, В.Г. Башук. – Донецк: РБ Донбасс, 1997. – 121 с.
6. Довідник нормативних документів у сфері охорони праці, пожежної безпеки, гігієни праці та соціального страхування від нещасних випадків. – К.: Вектор, 2009. – 244 с.

Надійшла до редакції 03.12.2012

Н.С. Біла, В.О. Соосар  
Донецький національний технічний університет, Донецьк

### СПОСІБ ПОЛІПШЕННЯ САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНИХ УМОВ ПРАЦІ ТЕРМІСТІВ ПРИ ТЕРМООБРОБЦІ ВИРОБІВ

У статті розглянуто спосіб поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці термістів при термообробці (гартуванню) виробів за рахунок застосування місцевої вентиляції у джерела їх утворення. У виробничих умовах складального цеху були проведені дослідження повітряного середовища при термічній обробці експресним методом. Для ефективного уловлювання шкідливостей над завантажувальними отворами і отворами видачі заготовок розроблені комбіновані зонти. Розроблено математичну модель вибору місцевої вентиляції на основі турбулентно-дифузійного процесу.

Ключові слова: вентиляція, концентрація, виробничий фактор, випромінювання, дифузія, термообробка, комбінований зонт.

N.S. Belaya, V.A. Soosar  
Donetsk National Technical University, Donetsk

METHOD OF IMPROVED SANITATION-HYGIENE CONDITIONS IN THE HEAT TREATMENT  
INDESTRUCTIBLE PRODUCTS

In this article describes a way to improve the hygienic conditions indestructible by heat treatment (hardening) of products through the use of local ventilation at their source. In production environments assembly plant studies were conducted air during thermal processing rapid method. To effectively capture hazards of filling openings and holes billet discharge developed combined umbrellas. A mathematical model for the choice of local ventilation through turbulent diffusion process.

Keywords: ventilation, concentration, the production factirs, the radiation, diffusion, heat treatment, combined umbrella.