

Автор:

Романов Борис Юрьевич

студент

Научный руководитель:

Журавлёва Оксана Вадимовна

старший преподаватель

Инженерная школа

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»

г. Владивосток, Приморский край

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЫТЯЖНОЙ СИСТЕМЫ МЕСТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ НА МОТОРНОМ УЧАСТКЕ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация: в статье приведен расчет производительности щелевого зонта для обеспечения оптимальных показателей воздуха рабочей зоны слесаря по ремонту двигателя. Результатом работы является подбор щелевого зонта, удовлетворяющего условиям расчётных показателей.

Ключевые слова: моторный участок, воздух рабочей зоны, щелевой зонт, пары керосина.

В воздух помещения моторного участка по ремонту двигателей внутреннего сгорания попадают вредные вещества (пары бензина и керосина, окись углерода и др.). Такой воздух вредно действует на здоровье работающих, ухудшает их самочувствие и снижает производительность труда, а в некоторых случаях может привести к серьезным заболеваниям и отравлениям организма человека. Поэтому важно поддерживать воздух в чистом состоянии.

Рассмотрим технологический процесс мойки деталей двигателя внутреннего сгорания. При выполнении операций по промывке деталей двигателя в керосине в моечной ванне в воздух рабочей зоны поступают углеводороды нефти (пары керосина). Для снижения воздействия вредных веществ на организм работника предлагается установка вытяжной системы местной вентиляции

(щелевой зонт). Для установки щелевого зонта необходимо произвести расчет производительности щелевого зонта. Расчет произведен по учебному пособию для студентов технических специальностей вузов и техникумов [1]. Для дальнейшего расчета необходимы данные, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчета

Параметры и размеры отсоса	Числовые значения параметров и размеров
Размеры источника: $\frac{2a}{2b}$, м	$\frac{3,0}{1,3}$
Размеры зонта: $\frac{2A}{2B}$, м	$\frac{3,2}{1,5}$
Расстояние до зонта l , м	0,8
Количество вредных выделений (пары керосина) G , мг/м ³	328
Количество рассредоточенных вредных веществ G_p , мг/с	100
Количество воздуха, удаляемое из помещения общеобменной вентиляцией, приходящееся на один отсос, L_b , м ³ /с	0,25
Скорость истечения загрязненной струи U_0 , м/с	0,65
Скорость движения воздуха в помещении U_b , м/с	0,35

Схематичное расположение зонта представлено на рисунке 1.

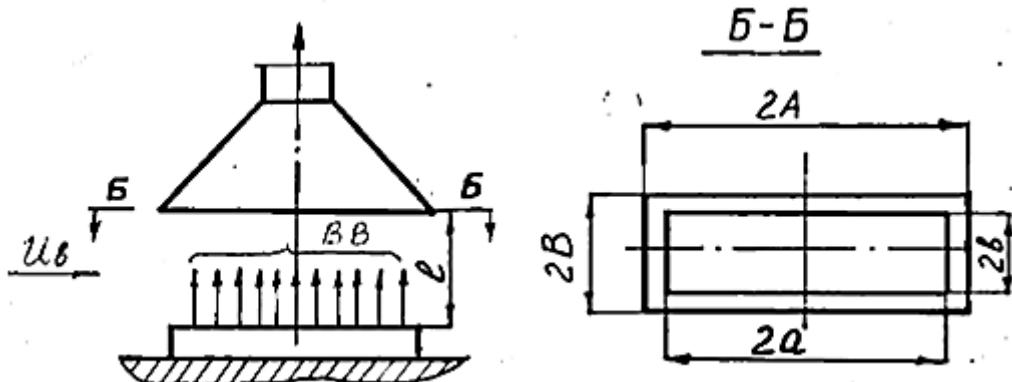


Рис. 1. Схема щелевого зонта

Порядок расчета:

Осевая скорость движения воздуха U_{nn} , м/с, в струе источника на уровне всасывания зонта для плоской приточной струи определяется по формуле (1):

$$U_{nn} = 2,5 \cdot U_0 (\sqrt{2b} / \sqrt{l}), \quad (1)$$

где: U_0 – скорость истечения загрязненной приточной струи, м/с;

2в – ширина моечной ванны;

l – расстояние до зонта;

$$U_{nn} = 2,5 \cdot 0,65 (\sqrt{1,3} / \sqrt{0,8}) = 2,081;$$

Далее вычисляется расход воздуха в струе $L_{\text{стр.пп}}$, $\text{м}^3/\text{с}$, на уровне всасывания зонта по формуле (2):

$$L_{\text{стр.пп}} = 0,205 \cdot U_{nn} \cdot l \cdot v, \quad (2)$$

$$L_{\text{стр.пп}} = 0,205 \cdot 2,081 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,22;$$

Значение поправочного коэффициента учитывающего подвижность воздуха в помещении K_n , определяется по формуле (3):

$$K_n = 1 + (3 - 2 \cdot \frac{F}{F_{\text{смр.н}}}) \cdot U_v / U_{nn}, \quad (3)$$

где: F – площадь всасывающего сечения зонта, м^2 ;

U_v – скорость движения воздуха в помещении, м/с ;

$F_{\text{стр.п}}$ – площадь источника выделений приточной струей, м^2 ;

$$F_{\text{смр.н}} = F_u + 2tg\alpha, \alpha=13,5^\circ;$$

$$F_{\text{смр.н}} = 0,975 + 0,48 = 1,46;$$

$$K_n = 1 + (3 - 2 \cdot 1) \cdot \frac{0,35}{2,081} = 1,17;$$

Относительный предельный расход зонта $\bar{L}_{\text{пр.ом}}$, $\text{м}^3/\text{с}$, вычисляют по формуле (4):

$$\bar{L}_{\text{пр.ом}} = 2 / (3\beta\bar{V}_o + 2) \left[\sqrt{1 + \bar{V}_o^2} + \bar{V}_o^2 \ln \left(1 / \bar{V}_o + \sqrt{1 + 1 / \bar{V}_o^2} \right) \right], \quad (4)$$

$$\text{где: } \bar{V}_o = (2/3\beta) \cdot \left[\frac{(l+4,17v) \cdot tg\alpha}{B} - 1 \right] = 0,14 \text{ м/с};$$

$$\beta = 0,571;$$

$$\alpha = 13,5^\circ;$$

$$\bar{L}_{\text{пр.ом}} = 2 / (3 \cdot 0,571 \cdot 0,14 + 2) \left[\sqrt{1 + 0,14^2} + 0,14^2 \ln \left(1 / 0,14 + \sqrt{1 + 1 / 0,14^2} \right) \right] = 0,95;$$

Скорость всасывания V_o , м/с, обеспечивающую предельное улавливание струи вычисляется по формуле (5):

$$V_o = U_{nn} \cdot \bar{V}_o, \quad (5)$$

$$V_o = 2,081 \cdot 0,14 = 0,29;$$

Далее определяется предельный расход отсоса $L_{np.om.nn}$, м³/с, обеспечивающий полное улавливание струи при минимальной производительности отсоса по формуле (6):

$$L_{np.om.nn} = K_n \cdot L_{cprp.nn} \cdot \bar{L}_{np.om}, \quad (6)$$

$$L_{np.om.nn} = 1,17 \cdot 0,22 \cdot 0,95 = 0,24;$$

Предельная (максимальная) избыточная концентрация примеси в воздухе $\Delta C_{np.n.}$, мг/м³, удаляемом щелевым отсосом, вычисляется по формуле (7):

$$\Delta C_{np.n.} = G / L_{np.om.nn}, \quad (7)$$

где: G – количество вредных выделений (пары керосина), мг/с;

$$\Delta C_{np.n.} = \frac{328}{0,24} = 1367;$$

Далее вычисляется относительная предельная (максимальная) избыточная концентрация примеси в воздухе $\Delta \bar{C}_{np.n.}$, мг/м³, удаляемом отсосом, соответствующая режиму предельного улавливания по формуле (8):

$$\Delta \bar{C}_{np.n.} = \frac{(\Delta C_{np.n.} - C_{nB})}{(\text{ПДК} - C_{nB})}, \quad (8)$$

где: ПДК – предельно допустимая концентрация керосина в воздухе рабочей зоны, мг/м³;

$$C_{nB} \leq 0,3 \text{ ПДК};$$

$$\Delta \bar{C}_{np.n.} = \frac{(1367 - 90)}{(300 - 90)} = 6,1;$$

Значение безразмерного комплекса M_n определяется по формуле (9):

$$M_n = (G_p / G) \cdot \Delta \bar{C}_{np.n.} - L_B / L_{np.om.nn}, \quad (9)$$

$$M_n = (100 / 328) \cdot 6,1 - 0,25 / 0,24 = 0,8;$$

По графикам на рисунке 2 определяют оптимальное значение эффективности улавливания вредных веществ η_{optm} и соответствующее значение $K\eta$.

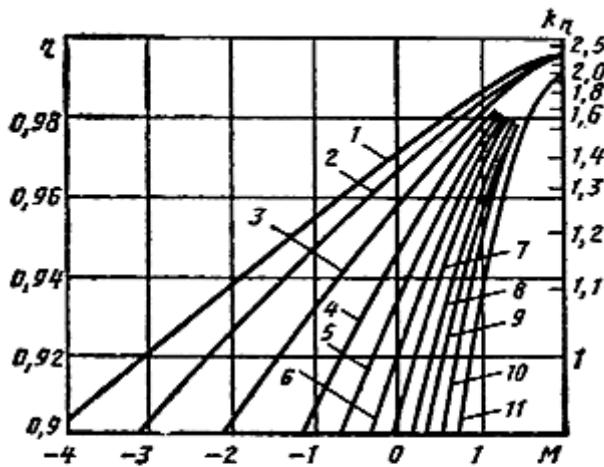


Рис. 1.5. График для определения η_{onm} и $K\eta$:
 1— $\overline{\Delta c}_{пред}=50$; 2— $\overline{\Delta c}_{пред}=40$; 3— $\overline{\Delta c}_{пред}=30$;
 4— $\overline{\Delta c}_{пред}=20$; 5— $\overline{\Delta c}_{пред}=16$; 6— $\overline{\Delta c}_{пред}=12$;
 7— $\overline{\Delta c}_{пред}=10$; 8— $\overline{\Delta c}_{пред}=8$; 9— $\overline{\Delta c}_{пред}=6$;
 10— $\overline{\Delta c}_{пред}=4$; 11— $\overline{\Delta c}_{пред}=2$

Рис. 2. График определения значений η_{onm} и $K\eta$

Так как $\Delta\bar{C}_{np.n} = 6,1 \text{ мг}/\text{м}^3$, следовательно, рассматривается график, №2 по которому определяются значения $\eta_{onm} = 0,948$ и $K\eta=1,16$.

Требуемая производительность отсоса $L_{om.n}$, $\text{м}^3/\text{с}$, обеспечивающая оптимальную эффективность улавливания вредных веществ вычисляется по формуле (10):

$$L_{om.n} = K\eta \cdot L_{np.om.nn}, \quad (10)$$

$$L_{om.n} = 1,16 \cdot 0,24 = 0,28;$$

Количество уловленных G_y , $\text{мг}/\text{с}$ и концентрацию $G_{уд}$, $\text{мг}/\text{м}^3$ выделений вредных веществ в воздухе, отсасываемом местным отсосом – щелевым зонтом определяется по формуле (11), (12):

$$G_y = \eta_{onm} \cdot G, \quad (11)$$

$$G_y = 0,948 \cdot 328 = 311;$$

$$G_{уд} = G_y / L_{om.n} \quad (12)$$

$$G_{уд} = \frac{311}{0,28} = 1110.$$

Применение щелевого зонта позволит снизить концентрацию паров керосина до предельно допустимой и уменьшить воздействие на работника данного вредного химического вещества.

В соответствии с предлагаемой классификацией справочного издания [2], предлагается установить вытяжной щелевой зонт «СЛИТ» состоящий из сборного корпуса из оцинкованной стали, встроенных дроссель-клапанов с ручным регулированием, которые при необходимости увеличивают (уменьшают) расход воздуха в наиболее (наименее) загруженной части рабочей зоны, опорных вертикальных стоек в количестве 4 штук и изолирующих защитных шторок, позволяющие предотвращать распространение загрязнений по помещению. Производительность данного зонта составляет $1200 \text{ м}^3/\text{ч}$ [2], что удовлетворяет требуемую производительность отсоса равную ($L_{om.n}$) $1008 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Список литературы

1. Ступров Д.С. Проектирование и расчет местной вентиляции машиностроительных производств: Учеб. пособие для студентов технических специальностей вузов / Д.С. Ступров. – Барнаул: Изд-во АЛТ ГТУ, 2006. – 220 с.
2. Системы местной вытяжной вентиляции: Справочно-информ. издание / ЗАО «СовПлим». – М.: СовПлим, 2015. – 182 с.