

Наименование организации
СРО № XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
от 01.01.2013

Наименование объекта.

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.

Расчет удаляемого дыма в соответствии с МД. 137-13
Расчетное определение основных параметров
противодымной вентиляции зданий: методические
рекомендации к СП 7.13130.2013. М., ВНИИПО, 2013.

14352-00/14-ВД.РР

Согласовано		
Инва.№ подл.		
Подп. и даат		
Взам. инв.№		

г. Москва 2015г.

Наименование организации
СРО № XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
от 01.01.2013

Наименование объекта.

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.

Расчет удаляемого дыма в соответствии с МД. 137-13
Расчетное определение основных параметров противодымной
вентиляции зданий: методические рекомендации к СП
7.13130.2013. М., ВНИИПО, 2013.

14352-00/14-ВД.РР

Главный инженер проекта _____ Иванов

Согласовано		
Инва.№ подл.		
Подп. и даат		
Взам. инв.№		

г. Москва 2015г.

Содержание тома.

Лист	Наименование	Примечание
1	Содержание тома.	
2	1. Нормативная и исходная документация.	
3	2. Анализ объекта и определение помещений, которые необходимо оборудовать системами противодымной вентиляции.	
4	3. Расчёт систем вытяжной противодымной вентиляции.	

ЗАПИСЬ ГИПа

Технические решения, принятые в Расчёте, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других законов, норм, правил и стандартов, действующих на территории Российской Федерации, исходным данным, а также техническим условиям и требованиям, выданным органами государственного надзора (контроля) и заинтересованными организациями при согласовании исходно-разрешительной документации, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта, а также защиту населения и устойчивость объекта в чрезвычайных ситуациях при соблюдении предусмотренных в Расчёте мероприятий.

Главный инженер проекта _____ Иванов

Согласовано		

Взам. инв. №	
--------------	--

Подп. и дат	
-------------	--

Инв. № подл.	
--------------	--

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разработал		Сергеев			05.2015
Проверил					
ГИП		Иванов			05.2015
Н. контр.		Иванов			05.2015
Нач. отд.					

12345-00/15-ВД.РР

ЗАО "Тяжмаш", Ленинградская область, г. Тихвин. Наименование объекта. Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий: методические рекомендации к СП 7.13130.2013. М., ВНИИПО, 2013.

Стадия	Лист	Листов
Р	1	11

Наименование организации

1. Нормативная и исходная документация.

Проектная документация разработана на основании следующих документов:

- Договор на выполнение проектных работ.
- Задания на проектирование.
- Проекты марок АР и ТХ.
- Градостроительный кодекс Российской Федерации.
- ФЗ №384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
- ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
- Постановление Правительства РФ № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
- Постановление Правительства РФ № 390 «О противопожарном режиме».
- ГОСТ Р 21.1101-2013 СПДС «Основные требования к проектной и рабочей документации».
- СП 56.13330.2011 «Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001».
- СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87».
- СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003».
- СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*».
- СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности».
- МД. 137-13 «Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий: методические рекомендации к СП 7.13130.2013».

Инва.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№					Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата	12345-00/15-ВД.РР	

2. Анализ объекта и определение помещений, которые необходимо оборудовать системами противодымной вентиляции.

Анализ технологического и архитектурного разделов проекта проведён с учётом требований СП 7.13130. 2013

В ходе анализа выяснилось, что в соответствии с пунктом 7.2. СП 7.13130. 2013 (*Удаление продуктов горения при пожаре системами вытяжной противодымной вентиляции следует предусматривать: е) из каждого производственного или складского помещения с постоянными рабочими местами (а для помещений высотного стеллажного хранения - вне зависимости от наличия постоянных рабочих мест), если эти помещения отнесены к категориям А, Б, В1, В2, В3 в зданиях I - IV степени огнестойкости, а также В4, Г или Д в зданиях IV степени огнестойкости*) оборудованию системами вытяжной противодымной вентиляции подлежат два помещения:

- отделение механической обработки (категория В3, производственное помещение с постоянными рабочими местами);
- отделение индукционной закалки (ТВЧ) (категория В3, производственное помещение с постоянными рабочими местами).

В отделении механической обработки имеются следующие горючие вещества:

- деревянные поддоны и их отходы, массой не более 200 кг.;
- масло индустриальное и его отработка, массой не более 100 кг.;
- обтирочный материал, в том числе загрязненный маслами (содержание масел менее 15%), массой не более 100 кг.

В отделение индукционной закалки (ТВЧ):

- деревянные поддоны и их отходы, массой не более 100 кг.;
- обтирочный материал, в том числе загрязненный маслами (содержание масел менее 15%) , массой не более 50 кг.

Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата

12345-00/15-ВД.РР

Лист

3

3. Расчёт систем вытяжной противодымной вентиляции.

Расчёт выполнен на основании технического задания в соответствии с требованиями МД. 137-13.

Отделение механической обработки

Исходные данные

Местонахождение объекта: за городом

Конфигурация системы АУПТ: спринклеры 3 x 3 м

Площадь пола помещения, F_f : 3691,74 м²

Минимальная ширина помещения, b : 22,86 м

Усреднённая высота помещения, h : 14,8 м

Высота незадымляемой зоны, $H_{НЗ}$: 3 м

Предельная толщина дымового слоя, $H_{sm} = (h - H_{НЗ})$: 11,8 м

Горючие вещества:

Хвойные древесные стройматериалы; штабель

$m_i = 200$ кг $Q_{hi} = 13,8$ МДж/кг $\Psi_i = 0,063$ кг/м²/с

Индустриальное масло

$m_i = 100$ кг $Q_{hi} = 42,7$ МДж/кг $\Psi_i = 0,043$ кг/м²/с

Промтовары; текстильные изделия

$m_i = 100$ кг $Q_{hi} = 16,7$ МДж/кг $\Psi_i = 0,0244$ кг/м²/с

Температура воздуха в помещении, t_a : 16 °С

Полнота сгорания, η : 0,85

Коэффициент теплопотерь на излучение, r_k : 0,75

Температура наружного воздуха, t_H : -29 °С

Скорость ветра, V_B : 2,8 м/с

Участки сети вытяжной противодымной вентиляции :

Клапан 1000 x 1200 мм – 2шт., Сечение 2,21 м²

Горизонтальный участок (2 идентичных участка)

$f = 2,4$ м², $l = 15$ м, $z = 0,2$, Металл, $k_c = 1$

Вертикальный участок

$F = 0,98$ м², $L = 4,2$ м, $Z = 0$, Металл, $K_c = 1$

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата

12345-00/15-ВД.РР

Лист

4

Расчетные величины

Объем помещения

$$V = F_f \cdot h = 3691,74 \cdot 14,8 = 54637,7 \text{ м}^3$$

Суммарная масса горючих веществ

$$m_0 = \sum m_i = 400 \text{ кг}$$

Суммарная низшая теплота сгорания

$$Q_n = \sum (m_i \cdot Q_{ni}) = 8700 \text{ МДж}$$

Средняя низшая теплота сгорания

$$Q_{ncp} = Q_n / \sum m_i = 21,75 \text{ МДж/кг}$$

Средняя удельная скорость выгорания

$$\Psi_{cp} = \sum (m_i \cdot \Psi_i) / \sum m_i = 0,0483 \text{ кг/м}^2/\text{с}$$

Макс. периметр горизонтального сечения дымового слоя

$$l_{sm} = 2 \cdot (a + b) = 55,72 \text{ м}$$

Эквивалентная площадь горизонтального сечения дымового слоя

$$A_{sm} = F_f = 3691,74 \text{ м}^2$$

Площадь очага пожара принята по параметрам АУПТ

$$F_o = 9 \text{ м}^2$$

Мощность тепловыделения очага пожара

$$Q_k = \eta \cdot Q_{ncp} \cdot 1000 \cdot \Psi_{cp} \cdot F_o = 8045 \text{ кВт}$$

Конвективный массовый расход дыма

$$G_k = 0,071 \cdot (r_k \cdot Q_k)^{1/3} \cdot (h - H_{sm})^{5/3} + 0,0018 \cdot r_k \cdot Q_k = 18,92 \text{ кг/с}$$

Температура воздуха в помещении

$$T_a = t_a + 273 = 289 \text{ °К}$$

Коэффициент теплоотдачи дымового слоя в ограждающие конструкции

$$\alpha = 0,01163 \cdot \exp(0,0023 \cdot (T_{sm} - 273)) = 0,0148 \text{ кВт/м}^2/\text{°К}$$

Удельная теплоемкость дыма

$$C_{pk} = 1,3615803 / (1 + \exp(7,0065648 - 0,0053034712 \cdot T_{sm}))^{1/d} = 1,06 \text{ кДж/кг/°К}$$

, где $d = 20,761095$

Средняя температура дымового слоя в помещении

$$T_{sm} = T_a + r_k \cdot Q_k / \alpha / (H_{sm} \cdot l_{sm} + A_{sm}) \cdot (1 - \exp(-\alpha \cdot (H_{sm} \cdot l_{sm} + A_{sm}) / C_{pk} / G_k)) = 379 \text{ °К}$$

Средняя плотность продуктов горения, удаляемых из помещения

$$\rho_{sm} = 353 / T_{sm} = 0,93 \text{ кг/м}^3$$

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата

12345-00/15-ВД.РР

Объемный расход продуктов горения, удаляемых из помещения

$$L_{sm} = G_{sm} / \rho_{sm} \cdot 3600 = 73079 \text{ м}^3/\text{час}$$

Температура наружного воздуха

$$T_H = t_H + 273 = 244 \text{ °K}$$

Температура внутреннего воздуха до начала пожара

$$T_B = T_a = 289 \text{ °K}$$

Плотность наружного воздуха

$$\rho_H = 353 / T_H = 1,44 \text{ кг/м}^3$$

Плотность внутреннего воздуха до начала пожара

$$\rho_B = 353 / T_B = 1,22 \text{ кг/м}^3$$

Температура приточного воздуха

$$T_{\Pi} = (T_H + T_B) / 2 = 266,5 \text{ °K}$$

Плотность приточного воздуха

$$\rho_{\Pi} = 353 / T_{\Pi} = 1,32 \text{ кг/м}^3$$

Участки сети вытяжной противодымной вентиляции

Скорость продуктов горения в клапане

$$V_{кл} = G_{sm} / F_{кл} / \rho_{sm} = 18,92 / 2,21 / 0,93 = 9,18 \text{ м/с}$$

Потери давления в открытом клапане

$$\Delta P_{кл} = 1 / 2 \cdot \zeta_{кл} \cdot V_{кл}^2 \cdot \rho_{sm} = 1 / 2 \cdot 1,8 \cdot 9,18^2 \cdot 0,93 = 70,79 \text{ Па}$$

Скорость продуктов горения в воздуховоде

$$V_{вв} = G_{sm} / f_{вв} / \rho_{sm} = 18,92 / 2,4 / 0,93 = 8,45 \text{ м/с}$$

Потери давления в воздуховоде

$$\Delta P_{вв} = 0,5 \cdot \rho_{sm} \cdot V_{вв}^2 \cdot (\lambda_{вв} \cdot l / d_{вв\text{экв}} + \zeta_{вв}) = 0,5 \cdot 0,93 \cdot 8,45^2 \cdot (0,02 \cdot 15 / 1,74 + 0,2) = 12,39 \text{ Па}$$

Давление снаружи с наветренной стороны

$$P_{HH} = 0,4 \cdot \rho_H \cdot V_B^2 - 9,81 \cdot h_{пол} \cdot (\rho_H - \rho_{\Pi}) = 0,4 \cdot 1,44 \cdot 2,8^2 - 9,81 \cdot 0 \cdot (1,44 - 1,32) = 4,53 \text{ Па}$$

Давление снаружи с заветренной стороны

$$P_{HЗ} = 0$$

Давление внутри здания

$$P_B = P_{HЗ} / 2 = 0 / 2 = 0 \text{ Па}$$

Давление в шахте

$$P_{ш} = P_{HH} - \Delta P_{кл} - \Delta P_{вв} = 4,53 - 70,79 - 12,39 = -78,65 \text{ Па}$$

Подсосы воздуховода на горизонтальном участке

$$G_{фвв} = 0 \text{ кг/с}$$

Подсосы участка

$$G_{ф} = G_{фкл} + G_{фш} + G_{фвв} = 0 + 0 + 0 = 0 \text{ кг/с}$$

Суммарные подсосы

$$G_a = \sum G_{фj} = 0 \text{ кг/с}$$

Расход продуктов горения с учетом подсосов

$$G_{ш} = G_{sm} + G_a = 18,92 + 0 = 18,92 \text{ кг/с}$$

Температура продуктов горения

$$T_{ш} = (T_B \cdot G_a + T_{sm} \cdot G_{sm}) / (G_{sm} + G_a) =$$

Изм.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата

12345-00/15-ВД.РР

Лист

6

$$(289 \cdot 0 + 378,61 \cdot 18,92) / (18,92 + 0) = 378,61 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Плотность продуктов горения

$$\rho_{\text{ПГ}} = 353 / T_{\text{ш}} = 353 / 378,61 = 0,93 \text{ кг/м}^3$$

Скорость продуктов горения

$$V_{\text{ш}} = G_{\text{ш}} / \rho_{\text{ПГ}} / F = 18,92 / 0,93 / 0,98 = 20,71 \text{ м/с}$$

Объемный расход продуктов горения

$$L_{\text{ш}} = G_{\text{ш}} / \rho_{\text{ПГ}} \cdot 3600 = 18,92 / 0,93 \cdot 3600 = 73079 \text{ м}^3/\text{час}$$

Скорость продуктов горения в устье шахты

$$V_{\text{ш}} = 20,71 \text{ м/с}$$

Массовый расход продуктов горения в устье шахты

$$G_{\text{ш}} = 18,92 \text{ кг/с}$$

Плотность продуктов горения в устье шахты

$$\rho_{\text{ш}} = 0,93 \text{ кг/м}^3$$

Сумма коэффициентов местных сопротивлений шахты

$$\zeta_{\text{ш}} = 0$$

Объемный расход продуктов горения

$$L_{\text{ПГ}} = G_{\text{ш}} / \rho_{\text{ш}} \cdot 3600 = 18,92 / 0,93 \cdot 3600 = 73079 \text{ м}^3/\text{час}$$

Давление вентилятора

$$P_{\text{вент}} = |P_{\text{ш}} - P_{\text{выбр}}| + 0,5 \cdot \zeta_{\text{ш}} \cdot V_{\text{ш}}^2 \cdot \rho_{\text{ш}} = |-78,65 - 4,53| + 0,5 \cdot 0 \cdot 20,71^2 \cdot 0,93 = 83 \text{ Па}$$

Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата

12345-00/15-ВД.РР

Отделение индукционной заправки (ТВЧ)

Исходные данные

Местонахождение объекта: за городом

Конфигурация системы АУПТ: спринклеры 3 x 3 м

Площадь пола, F_f : 190,58 м²

Минимальная ширина, b : 6,4 м

Высота помещения, h : 6,8 м

Высота незадымляемой зоны, $H_{НЗ}$: 3 м

Предельная толщина дымового слоя, $H_{sm} = (h - H_{НЗ})$: 3,8 м

Горючие вещества:

Хвойные древесные стройматериалы; штабель

$m_i = 100$ кг $Q_{hi} = 13,8$ МДж/кг $\Psi_i = 0,063$ кг/м²/с

Промтовары; текстильные изделия

$m_i = 50$ кг $Q_{hi} = 16,7$ МДж/кг $\Psi_i = 0,0244$ кг/м²/с

Температура воздуха в помещении, t_a : 16 °С

Полнота сгорания, η : 0,85

Коэффициент теплопотерь на излучение, r_k : 0,75

Температура наружного воздуха, t_H : -29 °С

Скорость ветра, V_B : 2,8 м/с

Участки сети вытяжной противодымной вентиляции (всего 1):

Клапан 1900 x 1200 мм, Сечение 2,1 м²

Вертикальный участок

$F = 1,23$ м², $L = 7,6$ м, $Z = 0,81$, Металл, $K_c = 1$

Расчетные величины

Объем помещения

$V = F_f \cdot h = 190,58 \cdot 6,8 = 1295,96$ м³

Суммарная масса горючих веществ

$m_0 = \sum m_i = 150$ кг

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата

12345-00/15-ВД.РР

Суммарная низшая теплота сгорания

$$Q_{\text{н}} = \sum(m_i \cdot Q_{\text{ни}}) = 2215 \text{ МДж}$$

Средняя низшая теплота сгорания

$$Q_{\text{нср}} = Q_{\text{н}} / \sum m_i = 14,76 \text{ МДж/кг}$$

Средняя удельная скорость выгорания

$$\Psi_{\text{ср}} = \sum(m_i \cdot \Psi_i) / \sum m_i = 0,0501 \text{ кг/м}^2/\text{с}$$

Макс. периметр горизонтального сечения дымового слоя

$$l_{\text{см}} = 2 \cdot (a + b) = 22,8 \text{ м}$$

Эквивалентная площадь горизонтального сечения дымового слоя

$$A_{\text{см}} = F_f = 190,58 \text{ м}^2$$

Площадь очага пожара принята по параметрам АУПТ

$$F_o = 9 \text{ м}^2$$

Мощность тепловыделения очага пожара

$$Q_k = \eta \cdot Q_{\text{нср}} \cdot 1000 \cdot \Psi_{\text{ср}} \cdot F_o = 5663 \text{ кВт}$$

Конвективный массовый расход дыма

$$G_k = 0.071 \cdot (r_k \cdot Q_k)^{1/3} \cdot (h - H_{\text{см}})^{5/3} + 0.0018 \cdot r_k \cdot Q_k = 14,82 \text{ кг/с}$$

Температура воздуха в помещении

$$T_a = t_a + 273 = 289 \text{ °К}$$

Коэффициент теплоотдачи дымового слоя в ограждающие конструкции

$$\alpha = 0.01163 \cdot \exp(0.0023 \cdot (T_{\text{см}} - 273)) = 0,0200 \text{ кВт/м}^2/\text{°К}$$

Удельная теплоемкость дыма

$$C_{\text{рк}} = 1.3615803 / (1 + \exp(7.0065648 - 0.0053034712 \cdot T_{\text{см}}))^{1/d} = 1,10 \text{ кДж/кг/°К}$$

, где $d = 20.761095$

Средняя температура дымового слоя в помещении

$$T_{\text{см}} = T_a + r_k \cdot Q_k / \alpha / (H_{\text{см}} \cdot l_{\text{см}} + A_{\text{см}}) \cdot (1 - \exp(-\alpha \cdot (H_{\text{см}} \cdot l_{\text{см}} + A_{\text{см}}) / C_{\text{рк}} / G_k)) = 509 \text{ °К}$$

Средняя плотность продуктов горения, удаляемых из помещения

$$\rho_{\text{см}} = 353 / T_{\text{см}} = 0,69 \text{ кг/м}^3$$

Объемный расход продуктов горения, удаляемых из помещения

$$L_{\text{см}} = G_{\text{см}} / \rho_{\text{см}} \cdot 3600 = 76916 \text{ м}^3/\text{час}$$

Температура наружного воздуха

$$T_{\text{н}} = t_{\text{н}} + 273 = 244 \text{ °К}$$

Температура внутреннего воздуха до начала пожара

$$T_{\text{в}} = T_a = 289 \text{ °К}$$

Плотность наружного воздуха

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата

12345-00/15-ВД.РР

Лист

9

$\rho_H = 353 / T_H = 1,44 \text{ кг/м}^3$

Плотность внутреннего воздуха до начала пожара

$\rho_B = 353 / T_B = 1,22 \text{ кг/м}^3$

Температура приточного воздуха

$T_{II} = (T_H + T_B) / 2 = 266,5 \text{ °К}$

Плотность приточного воздуха

$\rho_{II} = 353 / T_{II} = 1,32 \text{ кг/м}^3$

Участки сети вытяжной противодымной вентиляции:

Скорость продуктов горения в клапане

$V_{кл} = G_{sm} / F_{кл} / \rho_{sm} = 14,82 / 2,1 / 0,69 = 10,17 \text{ м/с}$

Потери давления в открытом клапане

$\Delta P_{кл} = 1 / 2 \cdot \zeta_{кл} \cdot V_{кл}^2 \cdot \rho_{sm} = 1 / 2 \cdot 1,8 \cdot 10,17^2 \cdot 0,69 = 64,62 \text{ Па}$

Давление снаружи с наветренной стороны

$P_{HH} = 0,4 \cdot \rho_H \cdot V_B^2 - 9,81 \cdot h_{пол} \cdot (\rho_H - \rho_{II}) = 0,4 \cdot 1,44 \cdot 2,8^2 - 9,81 \cdot 0 \cdot (1,44 - 1,32) = 4,53 \text{ Па}$

Давление снаружи с заветренной стороны

$P_{HЗ} = 0$

Давление внутри здания

$P_B = P_{HЗ} / 2 = 0 / 2 = 0 \text{ Па}$

Давление в шахте

$P_{ш} = P_{HH} - \Delta P_{кл} - \Delta P_{вв} = 4,53 - 64,62 - 0 = -60,08 \text{ Па}$

Подсосы участка

$G_{ф} = G_{фкл} + G_{фш} + G_{фвв} = 0 + 0 + 0 = 0 \text{ кг/с}$

Суммарные подсосы

$G_a = \sum G_{фj} = 0 \text{ кг/с}$

Расход продуктов горения с учетом подсосов

$G_{ш} = G_{sm} + G_a = 14,82 + 0 = 14,82 \text{ кг/с}$

Температура продуктов горения

$T_{ш} = (T_B \cdot G_a + T_{sm} \cdot G_{sm}) / (G_{sm} + G_a) = (289 \cdot 0 + 508,88 \cdot 14,82) / (14,82 + 0) = 508,88 \text{ °К}$

Плотность продуктов горения

$\rho_{ПГ} = 353 / T_{ш} = 353 / 508,88 = 0,69 \text{ кг/м}^3$

Скорость продуктов горения

$V_{ш} = G_{ш} / \rho_{ПГ} / F = 14,82 / 0,69 / 1,23 = 17,37 \text{ м/с}$

Объемный расход продуктов горения

$L_{ш} = G_{ш} / \rho_{ПГ} \cdot 3600 = 14,82 / 0,69 \cdot 3600 = 76916 \text{ м}^3/\text{час}$

Скорость продуктов горения в устье шахты

$V_{ш} = 17,37 \text{ м/с}$

Массовый расход продуктов горения в устье шахты

$G_{ш} = 14,82 \text{ кг/с}$

Плотность продуктов горения в устье шахты

$\rho_{ш} = 0,69 \text{ кг/м}^3$

Сумма коэффициентов местных сопротивлений шахты

Изн.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата	12345-00/15-ВД.РР

$\zeta_{ш} = 0,81$

Объемный расход продуктов горения

$L_{пг} = G_{ш} / \rho_{ш} \cdot 3600 = 14,82 / 0,69 \cdot 3600 = 76916 \text{ м}^3/\text{час}$

Давление вентилятора

$P_{вент} = |P_{ш} - P_{выбр}| + 0,5 \cdot \zeta_{ш} \cdot V_{ш}^2 \cdot \rho_{ш} = |-60,08 - 4,53| + 0,5 \cdot 0,81 \cdot 17,37^2 \cdot 0,69 = 149 \text{ Па}$

Индв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата

12345-00/15-ВД.РР