

ГУП «МОСКОЛЛЕКТОР»

Стандарт организации

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ,
ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ
В КОММУНИКАЦИОННЫХ КОЛЛЕКТОРАХ

СТО ГУП «Москоллектор» 05.01-2017

Москва, 2017

ГУП «МОСКОЛЛЕКТОР»

Стандарт организации

СОГЛАСОВАНО:

Проректор по науке и инновациям

НИТУ «МИСиС»


М.Р. Филонов

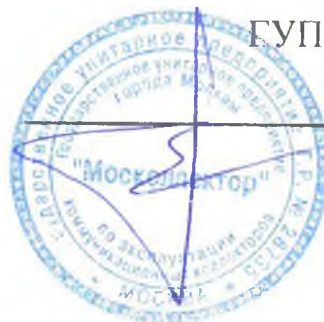


УТВЕРЖДАЮ:

Главный инженер

ГУП «Москоллектор»


В.А. Глухоедов



ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ В КОММУНИКАЦИОННЫХ КОЛЛЕКТОРАХ

СТО ГУП «Москоллектор» 05.01-2017

СОГЛАСОВАНО:

Начальник СТБК
ГУП «Москоллектор»


Т.Н. Гордюшина

Начальник
производственно-технического
отдела ГУП «Москоллектор»


А.Ю. Калядин


СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ:

Руководитель темы,
проф., д.т.н.

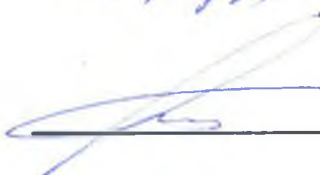

_____ Н.О. Каледина

Исполнители:


проф., д.т.н.


_____ В.А. Малашкина

доцент, к.т.н.


_____ С.С. Кобылкин

доцент, к.т.н.


_____ О.В. Воробьева

ст. преподаватель


_____ Т.В. Завиркина

Предисловие

1. РАЗРАБОТАН И ПРЕДСТАВЛЕН НА УТВЕРЖДЕНИЕ ФГАОУ ВПО Национальным исследовательским технологическим университетом (НИТУ) «МИСиС»
2. УТВЕРЖДЕН Главным инженером ГУП «Москоллектор»
3. ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом от «27» июня 2017 г. № 221
4. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ Коммуникационные коллекторы г. Москвы
5. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Введение

Настоящий стандарт разработан кафедрой «Безопасность и экология горного производства» Горного института НИТУ «МИСиС» в соответствии с Договором № 05/15-Н от 31 декабря 2015 г.

Целью разработки стандарта является создание единого документа, содержащего методики и правила расчета параметров вентиляционного оборудования, обеспечивающие выбор наиболее эффективных способов повышения качества газо-воздушной среды коммуникационных коллекторов, эксплуатируемых ГУП «Москоллектор», который позволит обеспечить сокращение сроков разработки и повышение качества проектной документации на реконструкцию и строительство систем отопления, вентиляции и кондиционирования, а также продление сроков службы коллекторов за счет создания более благоприятных условий эксплуатации.

Стандарт организации разработан в развитие нормативных документов по проектированию и строительству подземных инженерных коммуникаций с учетом специфических особенностей коммуникационных коллекторов г. Москвы на основе предварительных исследований состояния изученности вопроса и фактического состояния атмосферы коллекторов. В качестве исходных данных использованы результаты выполненных натурных и теоретических исследований, а также внутренняя распорядительная и техническая документация организации.

В обсуждении стандарта участвовали АО «Мосинжпроект», АО «Мосводоканал», АО «ОЭК», ПАО «МОЭК».

Авторский коллектив: докт.техн.наук *Н.О. Каледина*, докт.техн.наук *В.А. Малашкина*, канд.техн.наук *С.С. Кобылкин*, канд.техн.наук *А.С. Кобылкин*, канд.техн.наук *О.В. Воробьева*, горный инж. *Т.В. Завиркина*.

Библиография

Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ «О техническом регулировании»

Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

ГОСТ Р1.4-2004 «Общие положения. Стандарты организаций»

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. «Пожарная безопасность. Общие требования»

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»

СТО НОСТРОЙ 2.16.65-2012 «Освоение подземного пространства. Коллекторы для инженерных коммуникаций. Требования к проектированию, строительству, контролю качества и приемке работ»

СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»

СП 60.13330.2011 (СНиП 41-01-2003) «Отопление, вентиляция и кондиционирование»

СП 7.13330.2013 «Отопление, вентиляция, кондиционирование. Противопожарные требования»

СП 124.13330.2011 (СНиП 41-02-2003) «Тепловые сети»

СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ | 8 |
| 2. РАСЧЕТНЫЕ УСЛОВИЯ | 8 |
| 2.1. Требования к воздуху рабочей зоны | 8 |
| 2.2. Исходные данные к расчету вентиляции..... | 10 |
| 3. ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ | 11 |
| 3.1. Общие положения | 11 |
| 3.2. Системы вентиляции | 16 |
| 3.3. Приемные устройства наружного воздуха | 17 |
| 3.4. Расчет расхода приточного воздуха..... | 18 |
| 3.5. Организация воздухообмена..... | 20 |
| 3.6. Аварийная вентиляция | 20 |
| 3.7. Воздушные завесы | 211 |
| 3.8. Оборудование. Воздуховоды..... | 21 |
| 3.9. Размещение оборудования..... | 23 |
| 4. ОТОПЛЕНИЕ | 27 |
| 4.1. Общие положения | 27 |
| 4.2. Требования к системам отопления..... | 27 |
| 4.3. Оборудование | 28 |
| 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ | 29 |
| Приложение 1. Термины и их определения | 31 |
| Приложение 2. Сводная таблица коэффициентов местных сопротивлений | 36 |
| Приложение 3. Пример расчета | 39 |

ГУП «МОСКОЛЛЕКТОР».
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ,
ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ
В КОММУНИКАЦИОННЫХ КОЛЛЕКТОРАХ

Стандарт организации

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в подземных коммуникационных коллекторах ГУП «Москоллектор» (далее - коллекторах).

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха должны обеспечивать требуемые параметры скоростного и термовлажностного режима в коллекторах, т.е. параметры производственного микроклимата, безопасность эксплуатирующего персонала, а так же сохранность и работоспособность прокладываемых в них коммуникаций и сетей. Основную роль в решении этой задачи играет вентиляция. В случае, если система вентиляции не обеспечивает требуемых параметров, необходимо предусматривать системы отопления, осушения или кондиционирования воздуха.

Проветривание коллекторов осуществляется за счет естественной тяги или совместно с механической тягой, которая включается эпизодически или постоянно.

Настоящий стандарт устанавливает обязательные минимальные нормативные требования к системам отопления, вентиляции и кондиционирования, обеспечивающие сохранение здоровья, безопасности людей и имущества, защиту окружающей среды, эффективное использование энергии в коллекторах.

2. РАСЧЕТНЫЕ УСЛОВИЯ

2.1. Требования к воздуху рабочей зоны

2.1.1. Параметры микроклимата при отоплении и вентиляции коллекторов рекомендуется принимать с учетом требований ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005, СанПин 2.1.2.1002, СанПиН 2.2.4.548, СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» и СП 7.13330.2013 «Отопление, вентиляция, кондиционирование. Противопожарные требования» для обеспечения метеорологических условий и поддержания чистоты воздуха в рабочей зоне (для условий непостоянных рабочих мест).

2.1.2. Допускается принимать параметры микроклимата - один или несколько - с отступлением от установленных норм, если это экономически обосновано или по заданию на проектирование.

2.1.3. В холодный период года в производственных помещениях коллекторов, при отсутствии в них персонала, можно принимать температуру воздуха ниже нормируемой, но не ниже 5 °С – при наличии водопроводов. При отсутствии технической возможности подогрева до нормативной температуры защита персонала осуществляется с помощью локальных источников тепла (с соблюдением требований газовой защиты и пожарной безопасности) либо путем сокращения воздухообмена стационарными конструкциями, либо путем ограничения времени пребывания в неблагоприятных условиях (защита временем).

2.1.4. В теплый период года в коллекторах с избытками теплоты - температуру воздуха следует обеспечивать в пределах допустимых норм, но не более максимальной нормативной температуры +35°С, при этом возможно кратковременное повышение температуры до +45°С в соответствии с Регламентом выполнения работ по технической эксплуатации городских и внутриквартальных коммуникационных коллекторов в г. Москве. При отсутствии технической возможности достижения установленной нормы для персонала обеспечивается периодическое повышение скорости движения воздуха в соответствии с п.2.1.5 и/или защита временем.

2.1.5. Минимально-допустимая скорость движения воздуха принимается из условия обеспечения расчетного количества воздуха для вентиляции в соответствии разделом 3. Максимально-допустимая ограничивается 4 м/с.

2.1.6. Относительная влажность воздуха при отсутствии специальных (технологических) требований не нормируется, но поддерживаются в соответствии с эксплуатационными режимами и нормами для прокладываемых в сооружении коммуникаций. Специальные требования предусматриваются заданием на проектирование.

2.1.7. Концентрацию вредных веществ в воздухе рабочей зоны на рабочих местах в коллекторах при расчете систем вентиляции и кондиционирования следует принимать равной предельно допустимой концентрации (ПДК) в воздухе рабочей зоны, установленной ГОСТ 12.1.005, а также нормативными документами Госсанэпиднадзора России.

2.1.8. Концентрацию вредных веществ в приточном воздухе при выходе из воздухораспределителей и других приточных отверстий следует принимать в расчетах с учетом фоновых концентраций этих веществ в местах размещения воздухоприемных устройств. Фоновые концентрации вредных

веществ в местах размещения воздухоприемных устройств не должны превышать 30% ПДК в воздухе рабочей зоны.

2.2. Исходные данные к расчету вентиляции

2.2.1. Аэродинамическое сопротивление коллектора определяет трудность его проветривания, и должно учитываться при выборе вентилятора. Расчет аэродинамического сопротивления необходим для определения требуемой депрессии вентилятора. Методика расчета приведена в разделе 3. Ориентировочно коэффициенты аэродинамического сопротивления трения коллектора можно принимать по таблице 1.

Таблица 1 - Ориентировочные значения коэффициентов аэродинамического сопротивления коллекторов

| Коэффициент заполнения: $S_{ж}/S^{*})$ | Более 0,9 | 0,75-0,9 | 0,5-0,75 | Менее 0,5 |
|---|-----------|----------|----------|-----------|
| Коэффициент аэродинамического сопротивления трения, $\alpha \cdot 10^3$ | 10 | 15 | 20-40 | 40-60 |

^{*)} $S_{ж}$ – площадь «живого» сечения, т.е. свободного для прохода воздуха; S – проектная площадь поперечного сечения коллектора в свету.

2.2.2. Типовые местные сопротивления можно принимать в соответствии с Приложением 2. При наличии лобовых сопротивлений на участках изменения формы потока (трубопроводов и коммуникаций, частично перекрывающих сечение воздуховода или поток воздуха от вентилятора) значение коэффициента местного сопротивления увеличивается в 10-15 раз.

2.2.3. Коммуникационные коллекторы при большой степени заполнения их коммуникациями, приобретают высокое аэродинамическое сопротивление, что требует составления каталогов фактических сопротивлений различных элементов сети. Методика определения приведена в разделе 3.

2.2.4. Тепловлажностный режим рассчитывается на основе среднестатистических параметров климата для г. Москвы, а так же основываясь на регламентирующих документах, по эксплуатации прокладываемых в сооружении коммуникаций.

3. ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

3.1. Общие положения

3.1.1. Расчет необходимого воздухообмена для коллектора Q_k нужно производить по основным определяющим факторам: количество кислорода, необходимое для дыхания людей; интенсивность выделения вредных примесей; интенсивность тепловыделений. Требуемую производительность вентиляционной системы по воздуху определяется исходя из максимального из полученных значений определяющих факторов.

3.1.2. Подача расчетного расхода воздуха должна обеспечиваться создаваемой депрессией (разностью давлений) - естественной тягой и\или совместно с механической.

Требуемая депрессия каждой ветви коллектора рассчитывается по формуле:

$$h_i = R_i Q_p^2, \text{ Па}, \quad (3.1)$$

где R_i – аэродинамическое сопротивление ветви, $\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^8$;

Q_p – объем воздуха, проходящего по телу коллектора, $\text{м}^3/\text{с}$.

3.1.2.1. Общая депрессия неразветвленного коллектора (последовательное соединение ветвей¹) определяется как сумма депрессий всех протяженных участков (депрессия, обусловленная сопротивлением трения $h_{i\text{ mp}}$) и всех ветвей с местными сопротивлениями (депрессия, обусловленная изменением формы потока $h_{j\text{ м}}$):

$$h_k = \sum h_{i\text{ mp}} + \sum h_{j\text{ м}} \quad (3.2)$$

¹ Последовательным соединением ветвей называется такое соединение, при котором одна ветвь примыкает к другой, являясь её продолжением. При этом участки коллекторов являются различными ветвями, если у них разная форма или площадь сечения, или различные периметры, или различный тип крепи. Место поворота коллектора также может считаться местом разделения двух ветвей. Общее сопротивление последовательно соединенных ветвей равно сумме сопротивлений каждой ветви и местного сопротивления (пункта сопряжения ветвей).

3.1.2.2. При разветвленных сетях или кольцевых схемах следует составлять аэродинамическую схему и применять методы сетевых расчетов с использованием компьютерных методов расчета на основе сетевых моделей.

3.1.3. Аэродинамическое сопротивление трения отдельного коллектора или его участка, рассматриваемого как отдельная ветвь, R_i рассчитывается по формуле:

$$R_i = \alpha_i \frac{P_i L_i}{S_i^3} = \alpha_i \frac{k_{\phi i}}{S_i^{2,5}} L_i, \quad (3.3)$$

где α_i - коэффициент аэродинамического сопротивления (определяются экспериментально на основе данных воздушно-депресссионных съемок), $\text{Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$; P_i - периметр коллектора, м; L_i - длина коллектора, м; S_i - площадь поперечного сечения, м^2 ; i - номер ветви.

3.1.3.1. Периметр коллектора, если она не загромождена оборудованием, может быть определен через коэффициент формы коллектора k_{ϕ} :

$$P = k_{\phi} \sqrt{S}, \quad (3.4)$$

Значение k_{ϕ} зависит от формы поперечного сечения коллектора: для круглой формы $k_{\phi} = 3,5$; для прямоугольной $k_{\phi} = 4,21$; для арочной $k_{\phi} = 3,85$. При большой загроможденности поперечного сечения коллектора крупногабаритными объектами следует измерять периметр с учетом находящегося в нем оборудования (к периметру по контуру коллектора прибавляются периметры трубопроводов и других тел, находящихся в контакте с воздушной струей).

3.1.3.2. Сопряжения с вертикальными шахтами или камерами следует рассматривать как отдельные ветви, включающие местные аэродинамические сопротивления, величина которых определяется путем натурных измерений фактической депрессии местного сопротивления.

Участок местного сопротивления начинается за 10 м от сопряжения и заканчивается на расстоянии 10 м за ним (по ходу движения вентиляционной струи). Коэффициент местного сопротивления определяется расчетом, исходя из полученных фактических значений депрессии. Депрессия местного сопротивления h_m выражается уравнением

$$h_m = R_m Q^2, \text{ даПа}, \quad (3.5)$$

где R_m - аэродинамическое сопротивление участка коллектора с местным сопротивлением, $\text{Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^8$; Q - расход воздуха в ветви, $\text{м}^3 / \text{с}$.

Аэродинамическое сопротивление участка коллектора с местным сопротивлением R_M определяется выражением

$$R_M = \frac{\zeta \rho}{2S^2}, \quad (3.6)$$

где ζ – коэффициент местного аэродинамического сопротивления участка коллектора с местным сопротивлением.

3.1.3.3. Для определения фактических коэффициентов аэродинамического сопротивления применяется *метод депрессионной съемки*, который состоит из одновременных замеров величин депрессии участка коллектора и скорости движения воздуха, протекающего по нему.

3.1.3.4. Имея значения депрессии, зная площадь поперечного сечения, длину и периметр изучаемого участка, определяют коэффициент аэродинамического сопротивления технологического участка коллектора по формуле:

$$\alpha = \frac{hS_{жс}}{V_{ср}^2 LP_{ср}}. \quad (3.7)$$

Расчет величины коэффициента местного сопротивления производится по формуле

$$\zeta = \frac{2h_M}{(\rho V_{ср}^2)}. \quad (3.8)$$

где $V_{ср}$ – средняя скорость движения воздуха, м/с; ρ – плотность воздуха, кг/м³.

3.1.3.5. Для определения площади поперечного сечения коллектора нужно учесть степень заполнения сечения проходящими по коллектору коммуникациями. Истинное сечение коллектора определяют по формуле:

$$S_{жс} = S_{ср} - S_k, \quad (3.9)$$

где $S_{жс}$ — площадь поперечного сечения коллектора с учетом плотности заполнения коммуникациями проходящими через него, м²; $S_{ср}$ — средняя площадь поперечного сечения коллектора на свету, м²; S_k — суммарная площадь поперечных сечений всех коммуникаций, м².

Для определения $S_{ср}$ измеряются площади поперечного сечения коллектора на всем исследуемом участке через каждые 10 м и затем из них берется среднее арифметическое значение:

$$S = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_n}{n}, \quad (3.10)$$

где S_1, S_2, \dots, S_n - площади поперечных сечений коллектора в измеряемых участках, m^2 ;

Средний периметр поперечного сечения коллектора P_{cp} , m , определяется:

$$P = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n}, \quad (3.11)$$

где P_1, P_2, \dots, P_n — периметры поперечных сечений коллектора в измеряемых участках, m ;

Суммарная площадь поперечных сечений всех коммуникаций в коллекторе определяется по формуле:

$$S_k = \sum S_{тр} + \sum S_{нк} + \sum S_{вк} + n_{ац} S_{ац} + S_{дор}, \quad (3.12)$$

где $\sum S_{тр}$ — сумма площадей поперечных сечений всех трубопроводов, находящихся в данном сечении с учетом гидро и теплоизоляции, m^2 ; $\sum S_{нк}$ - сумма площадей поперечных сечений низковольтных кабелей, m^2 ; $\sum S_{вк}$ - сумма площадей поперечных сечений высоковольтных кабелей, m^2 ; $n_{ац}$ — количество асбоцементных листов в поперечном сечении коллектора, шт; $S_{ац}$ - площадь поперечного сечения одного асбоцементного листа, m^2 ; $S_{дор}$ - площадь поперечного сечения пешеходной дорожки, m^2 .

3.1.3.6. Общее сопротивление коллектора, необходимое для построения его аэродинамической характеристики, с учетом потерь энергии в канале вентилятора определяется по формуле:

$$R_k = 1,1 \frac{h_k}{Q_p^2}. \quad (3.13)$$

3.1.4. Расчет депрессии вентилятора h_p должен учитывать сопротивление, создаваемое входными и выходными устройствами (калориферами, кондиционерами, решетками и др.). Эти сопротивления не должны в сумме превышать 200 Па.

Расчет требуемой депрессии вентилятора производится по следующей формуле:

$$h_p = (h_k + h_{ex} + h_{вых}), \quad (3.14)$$

где h_i – депрессия коллектора, ДаПа; h_{ex} - депрессия входных устройств при их наличии (калориферов, дефлекторов и др.), ДаПа; $h_{вых}$ – депрессия выходных устройств при их наличии (воздухоочистительных фильтров), ДаПа.

3.1.5. Если при движении воздуха по телу коллектора (или трубопроводу) имеют место равномерно распределенные утечки, то в качестве расчетного количества воздуха Q_p , проходящего по коллектору, принимается его среднее значение: если $Q_{нач}$ - начальный расход воздуха, $Q_{кон}$ - конечный расход воздуха, то в качестве Q_p можно принять либо среднее геометрическое (при использовании жестких трубопроводов) из значений $Q_{нач}$ и $Q_{кон}$, т.е.

$$Q_p = \sqrt{Q_{нач} Q_{кон}}, \quad (3.15)$$

либо среднее арифметическое (для гибких воздухопроводов)

$$Q_p = 0,5(Q_{нач} + Q_{кон}) \quad (3.16)$$

3.1.6. Полученные значения депрессии используются для оценки достаточности естественной тяги для проветривания коллектора и для выбора вентилятора.

3.1.7. Величина естественной тяги определяется по формуле

$$h_e = \gamma_{cp} H \frac{t_n - t_{cp}}{273 + t_{cp}}, \quad (3.17)$$

где γ_{cp} – среднеконтурный удельный вес воздуха, кгс/м³; H – разность отметок воздухоподающей (приточной) и вытяжной шахт, м; t_n – температура наружного воздуха на отметке устья воздухоподающей шахты, °С; t_{cp} – средняя температура воздуха в коммуникационном коллекторе, °С.

3.1.7.1. Направление действия естественной тяги и значения среднеконтурных температур определяются в период строительства коллектора (его участка) путем периодических непосредственных замеров температуры на поверхности вблизи воздухоподающего вентилятора, на отметках почвы на входе и выходе вентиляционной струи в теле коллектора (участка) и в устье вытяжной шахты.

3.1.7.2. Естественная тяга может действовать как в одном направлении с вентилятором, так и в обратном, что необходимо учитывать при выборе

вентилятора. Вентилятор следует устанавливать таким образом, чтобы направление его работы совпадало с преобладающим направлением естественного движения воздуха, рабочую точку вентилятора надо принимать с депрессией, большей, по сравнению с расчетной, на величину h_e .

3.1.8. Рабочая точка вентилятора, определяемая двумя параметрами – расчетный расход воздуха Q_p и расчетная депрессия h_k , - должна лежать в зоне промышленного использования вентилятора на его аэродинамической характеристике, обеспечивая его устойчивую работу при высоком КПД.

3.1.9. Кондиционирование воздуха в коллекторах следует принимать для обеспечения параметров микроклимата и чистоты воздуха, требуемых для технологического процесса, по заданию на проектирование при экономическом обосновании.

При кондиционировании скорость движения воздуха допускается принимать в обслуживаемой или рабочей зоне коллекторов в пределах допустимых норм (на непостоянных рабочих местах).

3.1.10. Систему холодоснабжения для охлаждения воздуха и воды следует проектировать от естественных и искусственных источников холода, если нормируемые метеорологические условия не могут быть обеспечены установками прямого или косвенного испарительного охлаждения.

3.1.11. Осушение подаваемого воздуха возможно следующими путями:

- с помощью приточно-вытяжной вентиляции с подачей большего расхода воздуха;
- за счет использования специальных систем осушения.

Использование систем осушения, встроенных в систему кондиционирования, ограничивается экономической целесообразностью и может использоваться в том случае, если выпадение конденсата недопустимо ни при каких условиях.

3.2. Системы вентиляции

3.2.1. Системы вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления коллекторов должны проектироваться с соблюдением требований действующих нормативных документов в области взрывопожаробезопасности.

3.2.2. Системы вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления коллекторов следует предусматривать отдельными в пределах длины одного пожарного отсека, протяженностью 150 м (секционная схема). Для этого коллектор разделяется на отдельные вентиляционные участки противопожарными дверями. При высоком уровне автоматизации

управления проветриванием и наличии автоматических противопожарных дверей допускается применение схем проветривания с увеличенной длиной вентиляционного участка и обязательным устройством аварийных выходов через 150 м (п. 3.9.4).

Коллекторы одной категории по взрывопожарной опасности, не разделенные противопожарными преградами, а также имеющие открытые проемы общей площадью более 1 м² в другие помещения, допускается рассматривать как одно помещение.

3.2.3. Системы общеобменной вентиляции коллекторов (вентиляционных участков) допускается использовать для вентиляции приямков глубиной 0,5 м и более и смотровых колодцев, требующих ежедневного обслуживания, или в коллекторах, в которых выделяются вредные газы, пары или аэрозоли с удельным весом более удельного веса воздуха.

3.2.3. При проектировании вентиляционных систем коммуникационных коллекторов, ориентированных на естественное проветривание, разность высот (глубин) воздухоподающей и вытяжной шахт является основным регулирующим параметром. Искусственное увеличение разности высот может достигаться за счет возведения труб, конструкции которых следует рассматривать как архитектурные элементы.

3.2.5. В коллекторах с высокой вероятностью выделения вредных веществ, для которых заданием на проектирование предусмотрена постоянная (непрерывная) принудительная вентиляция, систему вентиляции следует проектировать с резервными вентиляторами (или электродвигателями вентиляторов).

Резервный вентилятор допускается не предусматривать, при наличии аварийной сигнализации и автоматической аварийной вентиляции, обеспечивающей снижение концентрации вредных веществ до ПДК.

3.3. Приемные устройства наружного воздуха

3.3.1. Приемные устройства, используемые для приточной вентиляции с естественным побуждением, не следует размещать вблизи источников вредных выделений. Вентиляционные оголовки, вентиляционные киоски, входы и выходы в подземную часть коллектора, а также смотровые и монтажные люки следует размещать вне проезжей части на газонах и в зеленых зонах.

3.3.2. Конструкция вентиляционного оголовка и вентиляционного киоска должна исключать попадание атмосферных осадков на инженерные коммуникации и оборудование, размещенные в коллекторе.

Нижнюю границу отверстия приемного устройства следует размещать на высоте не менее 0,5 м от уровня поверхности земли, если иное не оговорено заданием на проектирование.

3.3.3. Если п. 3.3.2. не выполняется в силу объективных причин (архитектурные решения), защиту приемных устройств от загрязнения взвешенными примесями растительного происхождения следует предусматривать по заданию на проектирование.

3.3.4. В качестве приемного устройства на воздухозаборном устройстве наружного воздуха могут использоваться дефлекторы, препятствующие проникновению осадков или мелкого мусора, и, одновременно с этим, создающие в канале дополнительное вытяжное усилие, генерируемое за счет ветра, обдувающего эту насадку.

3.4. Расчет расхода приточного воздуха

3.4.1. Расход приточного воздуха Q_p , м³/мин, для системы вентиляции и кондиционирования определяется с учетом проветривания примыкающих галерей и ответвлений - при их наличии. При расчете требуемого расхода воздуха принимается больший из расходов, требуемых для обеспечения:

- а) санитарно-гигиенических норм;
- б) норм взрывопожарной безопасности.

3.4.2. Расход воздуха *по количеству одновременно работающих людей* $Q'_{o.з.}$ осуществляется по следующей формуле

$$Q'_k = 6N_{ч} , \text{ м}^3/\text{мин} , \quad (3.18)$$

где $N_{ч}$ - максимальное количество людей, одновременно работающих в коллекторе (по нормам для подземных работ на одного человека для дыхания необходимо подавать не менее 6 м³/мин воздуха). Данная формула используется для определения допустимой численности персонала, единовременно допускаемого в коллектор для выполнения работ.

3.4.3. Расчет расхода воздуха по норме воздухообмена:

$$Q_{\kappa}^{\mu} = 3 V_{\kappa} / 60, \text{ м}^3/\text{мин} , \quad (3.19)$$

где V_{κ} – общий объем проветриваемого пространства коллектора, определяется с учетом объема вентиляционных камер, м^3 ;

3.4.4. Расчет расхода воздуха по вредным газам Q_{κ}^{Γ} осуществляется по следующей формуле²

$$Q_{\kappa}^{\Gamma} = \frac{I_{\varepsilon}}{q_{\text{дон}} - q_0} \cdot 100 , \quad (3.20)$$

где I_{ε} – объем выделения вредного газа, $\text{м}^3/\text{мин}$; $q_{\text{дон}}$ и q_0 – концентрация газа, соответственно допустимая в исходящей струе и начальная в поступающей, %; q_0 принимается в соответствии с фоновым значением по каждому газу; для метана принимается $q_0 = 0$.

3.4.5. Расход воздуха по тепловыделениям следует определять для коллекторов с теплотрассами, являющимися источниками избыточного тепла. Расчет выполняется отдельно для теплого и холодного периодов года и переходных условий, с учетом примыкающих галерей.

Расчет производится в соответствии с действующим СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

3.4.6. Расчетное значение расхода воздуха принимается равным максимальному из полученных значений по пп.3.4.2-3.4.5. : $Q_{p\kappa} = \max \{Q_{\kappa}^i\}$, и проверяется по допустимым скоростям движения воздуха в коллекторе (расчетное значение должно обеспечивать скорость движения не менее минимально допустимой и не более максимально допустимой):

$$Q_{vmin.} \leq Q_{p\kappa} \leq Q_{vmax} ;$$
$$Q_{vmin.} = Q_{\kappa}^{\mu} = 60 S_{\varepsilon} V_{min}; \quad Q_{vmax.} = 60 S_{\varepsilon} V_{max}, \quad (3.21)$$

²С учетом того, что в коллекторах не должны присутствовать вредные газы, этот фактор должен учитываться только в тех случаях, когда в задании на проектирование указаны наличие постоянно присутствующего при штатном режиме источника конкретного газа и его интенсивность.

где S_k – площадь поперечного сечения коллектора «в свету», м²; V_{min} , V_{max} – скорость движения воздуха, соответственно минимально допустимая и максимально допустимая, м/с.

Минимальная скорость определяется из условия трехкратного воздухообмена:

$$V_{min} = Q_k^H / S_k \quad (3.22)$$

где Q_k^H – нормативный расхода воздуха (обеспечивающий 3-х кратный воздухообмен), м³/с.

3.5. Организация воздухообмена

3.5.1. Вентиляция коллекторов предусматривается приточной (с нагнетательным способом проветривания), или комбинированной (с приточно-вытяжным способом проветривания). Применение комбинированного способа проветривания обосновывается заданием на проектирование или экономической целесообразностью.

3.5.2. При работе персонала в коллекторах следует предусматривать системы вентиляции, обеспечивающие не менее 3-х кратного воздухообмена.

3.5.3. Для снижения утечек воздуха необходимо герметизировать пути движения воздуха, минимизируя его рециркуляцию и утечки через приточные шахты; для исключения потерь между приточными и вытяжными шахтами требуется установка герметичных вентиляционных дверей (или двойных дверей - шлюзов).

3.5.4. В коллекторах с образованием конденсата в холодный период года следует применять устройства, обеспечивающие подогрев (воздушные завесы) или осушение воздуха, если это необходимо по технологическим условиям (в соответствии с заданием на проектирование).

3.6. Аварийная вентиляция

3.6.1 Для аварийной вентиляции в коллекторах следует использовать дополнительные (локальные) передвижные системы аварийной вентиляции на недостающий расход воздуха, которые могут использоваться совместно с основной системой вентиляции. Аварийные режимы проветривания реализуются в процессе эксплуатации.

3.6.2. В случае применения вытяжных устройств для удаления поступающих в коллектор газов и паров системами аварийной вентиляции вытяжной патрубков необходимо размещать в следующих зонах:

а) в нижней части коллектора - при поступлении газов и паров с удельным весом более удельного веса воздуха;

б) в верхней - при поступлении газов и паров с меньшим удельным весом.

3.7. Воздушные завесы

3.7.1. Температуру воздуха, подаваемого воздушно-тепловыми завесами, следует принимать не выше 50°C у наружных дверей (если таковые имеются в канале вентилятора) и не выше 70°C у наружных проемов вентиляционных шахт.

3.7.2 Воздушно-тепловые завесы следует предусматривать, если это необходимо по технологическим требованиям в соответствии с заданием на проектирование в следующих случаях:

а) у наружных дверей и проемов коллекторов с образованием конденсата в холодный период года;

б) в коллекторах, где требуется подогрев воздуха.

3.7.3. Воздушные и воздушно-тепловые завесы у наружных проемов и дверей следует рассчитывать согласно действующему СП 60.13330-2012.

3.8. Оборудование. Воздуховоды

3.8.1 Вентиляторы, кондиционеры, приточные камеры, воздухонагреватели и др. (далее - оборудование) следует выбирать по расчетному расходу воздуха с учетом подсосов и потерь через неплотности: в оборудовании - по данным завода-изготовителя; в воздуховодах вытяжных систем до вентилятора и приточных систем после вентилятора - в соответствии с п.3.8.2.

3.8.1.1. Размеры вентилятора и число оборотов должны быть подобраны так, чтобы он давал нужное количество воздуха при данном сопротивлении объекта проветривания и выполнял эту работу экономически выгодно. Основные параметры вентилятора определяются расчетом по принятым значениям общего сопротивления проветриваемого объекта R_k и расхода воздуха $Q_{в.у}$.

3.8.1.2. Ориентировочно диаметр D_B рабочего колеса находят по формуле:

$$D_B = \sqrt{\frac{A}{0,44}}, \quad (3.27)$$

где A – эквивалентное сопротивление вентиляционной сети, на которую работает вентилятор, м²:

$$A = \frac{0,38}{\sqrt{R_k}}, \quad (3.28)$$

3.8.1.3. Сопротивление вентилятора R_B подсчитывается по формуле:

$$R_B = \frac{\omega \cdot \pi}{D_B^4}, \quad (3.29)$$

где ω – безразмерный коэффициент пропорциональности определяется по табл. 2.

3.8.1.4. Статический напор (депрессию) вентилятора h_B определяют по формуле:

$$h_B = (R_k + \chi \cdot R_o) \cdot Q_{B.Y.}^2, \quad (3.30)$$

где χ – безразмерный коэффициент, учитывающий сопротивление путей поверхностных подсосов воздуха, определяемый по формуле:

$$\chi = \frac{1}{\left(1 + \frac{e}{100}\right)^2},$$

где e – максимально допустимая величина подсоса (утечек) воздуха вентилятором через неплотности в надшахтных сооружениях и в самом вентиляторе. Принимается от 5 до 25 %.

Таблица 2 - Безразмерный коэффициент пропорциональности

| № | Тип вентилятора и вентиляционного канала | ω |
|---|---|----------|
| 1 | для осевых вентиляторов с плавным каналом | 0,04 |
| 2 | для осевых вентиляторов с прямым каналом | 0,05 |
| 3 | для осевых вентиляторов с коленчатым каналом | 0,10 |
| 4 | для центробежных вентиляторов с пирамидным диффузором | 0,055 |
| 5 | для центробежных вентиляторов с двусторонним всасыванием без амортизатора с коленчатым диффузором | 0,075 |
| 6 | для центробежных вентиляторов с двусторонним всасыванием без амортизатора с пирамидным диффузором | 0,055 |
| 7 | для вентиляторов с амортизатором и вентиляторов барабанного типа | 0,04 |

3.8.1.5. По полученным значениям h_v и Q_v и индивидуальным аэродинамическим характеристикам вентиляторов подбирается наиболее подходящий вентилятор с рабочей точкой при максимальном КПД.

3.8.2. Воздуховоды систем вентиляции следует предусматривать:

а) класса П (плотные) - для транзитных участков систем общеобменной вентиляции и воздушного отопления при статическом давлении у вентилятора более 600 Па, для участков систем кондиционирования и воздуховодов любых систем с нормируемым пределом огнестойкости независимо от давления у вентилятора;

б) класса Н (нормальные) - в остальных случаях.

3.8.3. Общие потери и подсосы L , м³/ч через неплотности воздуховодов каждой системы не должны превышать расхода воздуха, рассчитанного по формуле:

$$L = p \cdot \sum A_i, \quad (3.31)$$

где p - удельные потери или подсосы, м³/ч, на 1 м² развернутой площади воздуховодов, принимаются в зависимости от класса плотности воздуховода;

$\sum A_i$ - общая развернутая площадь, м², всех воздуховодов одной системы вентиляции.

3.8.4. Для осушения воздуха в коллекторах наиболее целесообразно использование адсорбционных осушителей.

3.9. Размещение оборудования

3.9.1. Помещения для размещения оборудования приточных систем вентиляции коллекторов по взрывопожарной и пожарной опасности следует относить к категории Д. Помещения для размещения оборудования вытяжных систем по взрывопожарной и пожарной опасности следует относить к категории помещений, которые они обслуживают.

3.9.2. Вентилятор или направляющий патрубок следует ориентировать вдоль оси коллектора по требуемому направлению движения воздуха для увеличения дальности струи.

3.9.3. При установке вентиляторов в шахтах необходимо обеспечить:

а) плавный профиль потока воздуха от воздухозаборного отверстия с помощью направляющего короба;

б) герметизацию перекрытия на нижнем уровне путем установки двойных герметичных дверей для снижения утечек;

в) меры по устранению лобовых сопротивлений, перекрывающих поток воздуха от вентилятора в коллектор.

3.9.4. При автоматическом управлении вентиляторами и пожарными дверями допускается отказ от секционирования коллектора на участки, соответствующие безопасному расстоянию между аварийными выходами, и применение других схем проветривания:

а) с использованием тела коллектора в качестве воздуховода: аварийными выходами служат колодцы или галереи, в нормальном режиме закрытые и легко открывающиеся изнутри, которые сооружаются через 150 м; автоматические пожарные двери в нормальном (штатном) режиме открыты и закрываются автоматически или с пульта диспетчера при срабатывании пожарной сигнализации;

б) с проветриванием коллектора или его части с помощью подземного трубопровода (аналогично проветриванию тупиковой горной выработки при строительстве);

в) с рассредоточенной установкой вентиляторов внутри коллектора: вентиляторы устанавливаются по принципу «через перемычку» перед началом каждого участка по длине коллектора (рис. 3.1).

При увеличении длины вентиляционного участка необходимо через каждые 150 м устройство аварийных выходов (люков) и противопожарных дверей, которые автоматически закрываются при срабатывании пожарной сигнализации

При использовании данной схемы вентиляторы должны устанавливаться под кровлей коллектора (по центру).

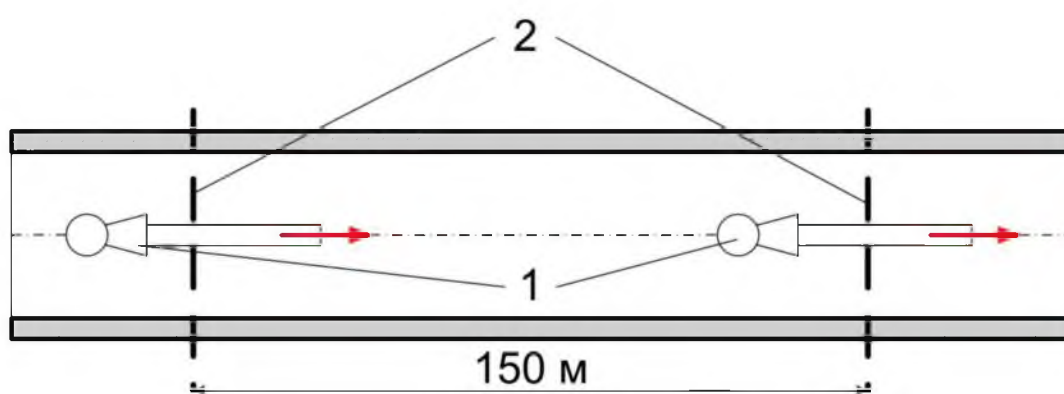


Рис. 3.1. Схема рассредоточенной установки вентиляторов в коллекторе:
1 – вентиляторы; 2 – противопожарные перегородки с дверью

3.9.5. Для сокращения потерь воздуха и депрессии необходимые для обслуживания вентилятора перекрытия, а также перекрытия для аварийных выходов, размещаемые в воздуховыдающем отсеке вентшахт, должны быть выполнены в виде сеток (решеток), обе вентиляционные шахты должны быть свободны от какого-либо другого оборудования, кроме вентилятора и необходимых для него регулирующих устройств (рис. 3.2, 3.3). Вводы коммуникаций (на схемах не показаны) также должны герметизироваться.

Для вновь строящихся коммуникационных коллекторов площадь поперечного сечения вентиляционных каналов (шахт) должна быть примерно равна площади сечения коллектора, а шахта, служащая для аварийного выхода и доставки оборудования и материалов, размещения электрораспределительной аппаратуры и другого оборудования (хозблок) должна быть расположена в отделенном от вентшахт достаточно герметичными дверями (со стороны вытяжной вентшахты). Это обеспечит снижение местного сопротивления сопряжения коллектора с вентшахтами и лобовые сопротивления в самих вентшахтах.

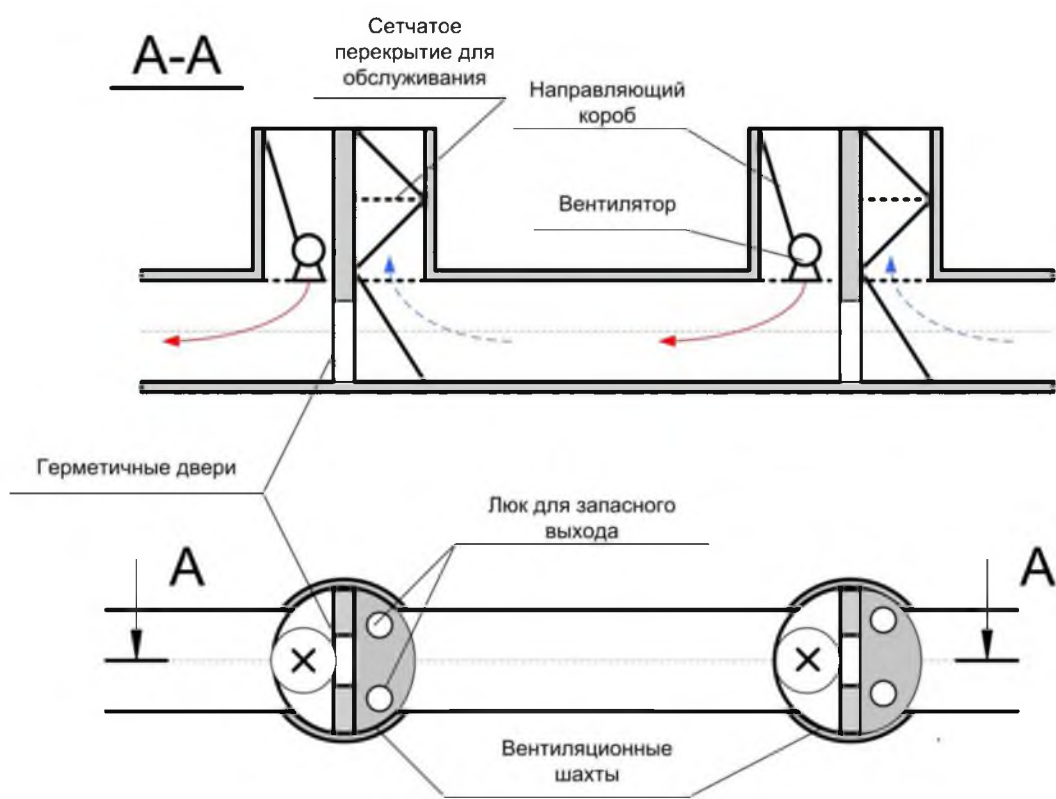


Рис.3.2. Вариант схемы вентиляции коммуникационного коллектора с круглой формой поперечного сечения вентшахт

В случае необходимости доставки крупногабаритного оборудования потребуется дополнительный портал. Он может быть наклонным, любой формы сечения – в соответствии с габаритами оборудования, которое потребуется разместить в коллекторе. В зависимости от длины коллектора,

их может быть 1-2, на концевых участках или в местах, где позволяет городская застройка.

Портал отделяется от тела коллектора герметичными вентиляционными дверями. При особых требованиях к устойчивости проветривания коллектора – в соответствии с заданием на проектирование, - для герметизации могут предусматриваться двойные двери (шлюзы).

При отключении вентиляторов поступление воздуха под действием естественных факторов будет осуществляться либо через вентилятор, либо через специальный клапан-распределитель (люк).

При таких схемах в каналах приточных шахт при необходимости можно устанавливать устройства для подогрева и осушения воздуха.

3.9.6 Оборудование систем аварийной вентиляции допускается размещать в обслуживаемых ими коллекторах.

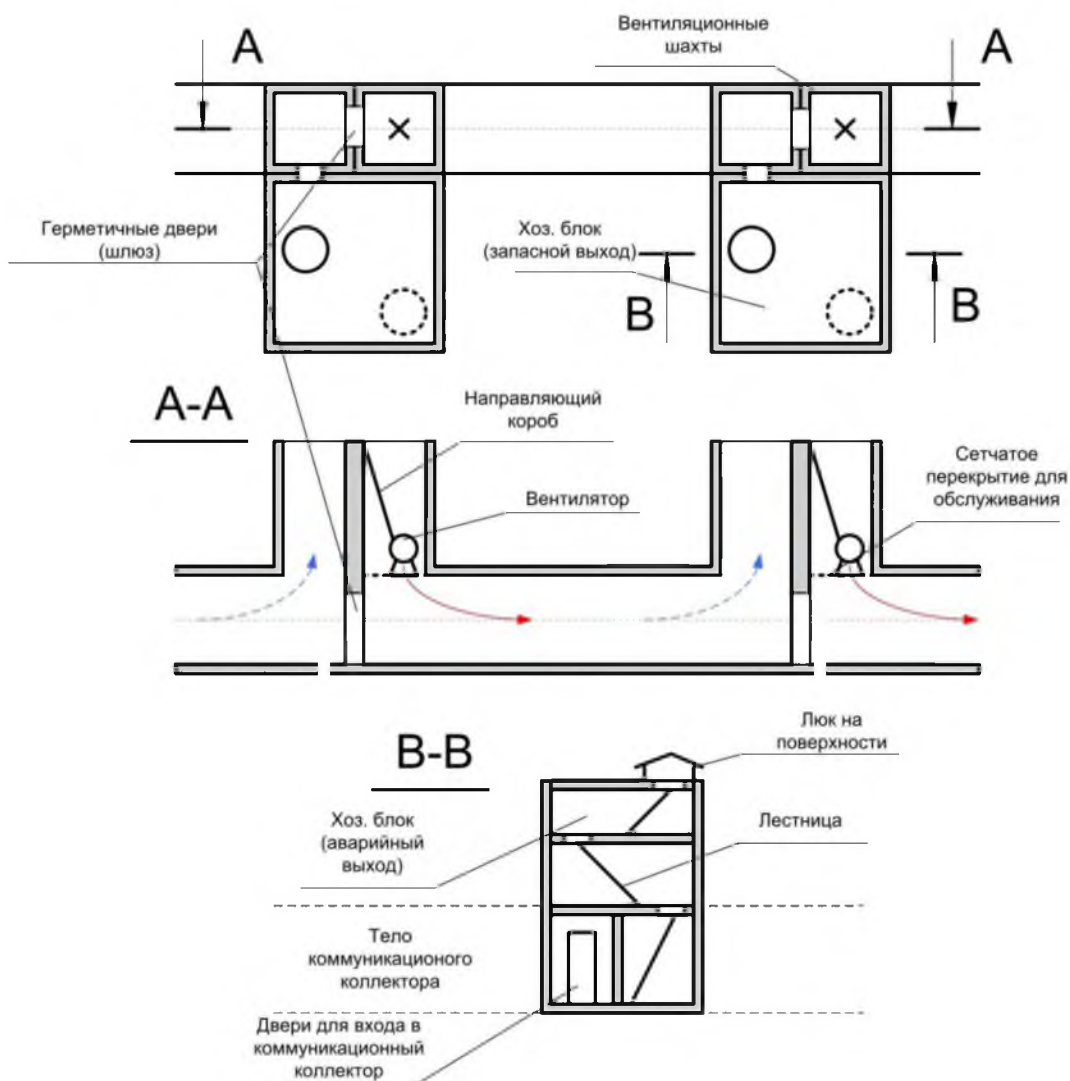


Рис.3.3. Вариант схемы вентиляции коммуникационного коллектора с квадратной формой поперечного сечения вентшахт

4. ОТОПЛЕНИЕ

4.1. Общие положения

Системы отопления следует проектировать с учетом требований безопасности нормативных документов органов государственного надзора, а также инструкций предприятий - изготовителей оборудования, арматуры и материалов, если они не противоречат требованиям действующих норм и правил.

При разработке систем отопления, вентиляции и кондиционирования допускается применять более высокие требования, устанавливаемые заданием на проектирование.

4.2. Требования к системам отопления

4.2.1. При температуре в коллекторе ниже 5⁰С следует предусматривать систему отопления (если иное не указано в задании на проектирование).

4.2.2. Системы отопления должны обеспечивать в отапливаемых коллекторах нормируемую температуру воздуха в течение отопительного периода при параметрах наружного воздуха не ниже расчетных. В неотапливаемых коллекторах для поддержания температуры воздуха, соответствующей технологическим требованиям в отдельных зонах, а также на временных рабочих местах при наладке и ремонте оборудования следует предусматривать местное отопление.

4.2.3. Расход воздуха Q_{oe} , м³/ч, для воздушного отопления, не совмещенного с вентиляцией, следует определять по формуле

$$Q_{oe} = \frac{0,6Q_{me}}{c(t_{me} - t_k)} \quad (4.1)$$

где Q_{me} – тепловой поток для отопления коллектора, Вт; t_{me} , t_k – температура соответственно подогретого и удаляемого из коллектора воздуха, °С.

4.2.4. В системах воздушного отопления температуру воздуха при выходе из воздухораспределителей следует рассчитывать с учетом температуры наружного воздуха, температуры поверхности теплопроводов, но принимать не менее чем на 20°С ниже температуры самовоспламенения газов, паров и аэрозолей, выделяющихся в коллекторе.

4.2.5. Отопление следует проектировать для обеспечения равномерного нагревания и нормируемой температуры воздуха в коллекторах, учитывая:

- а) процессы теплообмена через ограждающие конструкции;
- б) расход теплоты на нагревание поступающего воздуха;
- в) обмен теплотой с коммуникациями и оборудованием;
- г) тепловой поток, регулярно поступающий от электрического оборудования, освещения, технологического оборудования, трубопроводов, людей и других источников.

Теплообмен через внутренние ограждающие конструкции коллекторов допускается не учитывать, если разность температур воздуха в них не более 3°C.

4.2.6. Следует предусматривать тепловую изоляцию отопительно-вентиляционного оборудования, трубопроводов систем теплоснабжения, воздухопроводов, дымоотводов:

- для предупреждения ожогов;
- для обеспечения потерь теплоты менее допустимых;
- для исключения конденсации влаги;
- для исключения замерзания теплоносителя в трубопроводах, прокладываемых в неотапливаемых коллекторах или в искусственно охлаждаемых коллекторах.

4.2.7. Температура поверхности тепловой изоляции не должна превышать 40°C.

4.2.8. Горячие поверхности отопительно-вентиляционного оборудования, трубопроводов, воздухопроводов в коллекторах, в которых они создают опасность воспламенения газов, паров или аэрозолей, следует изолировать, предусматривая температуру на поверхности теплоизоляционной конструкции не менее чем на 20°C ниже температуры их самовоспламенения. Отопительно-вентиляционное оборудование, трубопроводы и воздухопроводы не следует размещать в указанных коллекторах, если отсутствует техническая возможность снижения температуры поверхности теплоизоляции до указанного уровня.

4.2.9. Теплоизоляционные конструкции следует предусматривать согласно СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» (актуализированная редакция СНиП 41-03).

4.3. Оборудование

4.3.1. Отопление в коллекторах, если оно необходимо по технологическим условиям, должно быть воздушным. Воздушные системы отопления при совмещении с системами вентиляции, осушения и охлаждения воздуха дают возможность реализации полной системы кондиционирования для всего годового цикла.

4.3.2. Оборудование для воздушного отопления размещается в верхней части сечения коллектора.

4.3.3. В качестве теплогенератора могут быть использованы вентиляторы с электрическими или водяными воздухонагревателями.

4.3.4. Теплоснабжение производственных помещений, располагаемых в отдельных зданиях (диспетчерские, АНС, щитовые и др.) может обеспечиваться воздушными системами, интегрированными с системой вентиляции коллектора, индивидуальными электрическими системами (местная вентиляция) или системами центрального теплоснабжения. Проектирование отопления наземных помещений осуществляется в соответствии с СП 60.13330.2012, п.6.

5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

5.1. Использование тепловых вторичных энергоресурсов для отопления коллектора, его отдельных участков или вспомогательных помещений (бытового или производственного назначения) возможно при определенных условиях и определенных конструкциях тела коллектора (п.5.3), если затраты на эксплуатацию системы не превысят эффекта от ее функционирования. Необходимость и целесообразность применения таких систем оценивается проектировщиком в соответствии с заданием на проектирование

5.2. Наиболее экономичным способом является использование теплоресурсов коллекторов с перегретым воздухом для осушения и отопления коллекторов без источников тепла в холодный период года путем разработки кольцевых схем проветривания с частичной рециркуляцией теплого воздуха.

5.3. Наиболее эффективно использование кольцевых схем может быть реализовано при параллельном расположении коллекторов с теплотрассами и без них, или при разделении коллектора с теплотрассой на участки, изолированные в продольном направлении. В этом случае возможно предусмотреть системы управляемых выпускных клапанов из отсека с теплотрассой в изолированную от нее часть коллектора, если в ней требуется сезонный подогрев воздуха.

5.4. Оборудование вытяжных систем, теплота (холод) которых используется в воздушно-воздушных рекуператорах (теплообменниках), а также оборудование рециркуляционных систем следует размещать в отдельном помещении (камере).

5.5. Воздухо-воздушные рекуператоры (теплообменники), а также оборудование вытяжных систем, воздух которых используется для нагревания (охлаждения) приточного воздуха, допускается размещать в помещениях для вентиляционного оборудования приточных систем.

Приложение 1. Термины и их определения

В настоящем документе применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Вентиляция- организованный обмен воздуха в помещениях для обеспечения параметров микроклимата и чистоты воздуха в обслуживаемой зоне помещений в пределах допустимых норм;

Вентиляция аварийная - регулируемый (управляемый) воздухообмен в помещении, обеспечивающий предотвращение увеличения до опасных значений концентраций горючих газов, паров и пыли при их внезапном поступлении в защищаемое помещение;

Вентиляция естественная - организованный обмен воздуха в помещениях под действием теплового (гравитационного) и/или ветрового давления;

Вентиляция механическая (искусственная или принудительная) - организованный обмен воздуха в помещениях под действием давления, создаваемого вентиляторами;

Верхняя зона коллектора - зона коллектора, расположенная выше обслуживаемой или рабочей зоны.

Взрывоопасная смесь - смесь горючих газов, паров, пыли, аэрозолей или волокон с воздухом при нормальных атмосферных условиях (давлении 760 мм рт. ст. и температуре 20 °С), у которой при воспламенении горение распространяется на весь объем несгоревшей смеси и развивается давление взрыва, превышающее 5 кПа. Взрывоопасность веществ, выделяющихся при технологических процессах, следует принимать по заданию на проектирование.

Воздух наружный - атмосферный воздух, забираемый системой вентиляции или кондиционирования воздуха для подачи в обслуживаемое помещение и/или поступающий в обслуживаемое помещение за счет инфильтрации;

Воздух приточный - воздух, подаваемый в помещение системой вентиляции или кондиционирования и поступающий в обслуживаемое помещение за счет инфильтрации;

Воздух рабочей зоны - воздух производственного помещения в зоне дыхания работающего (см. *рабочая зона*), характеризуется следующими параметрами: температура, влажность, скорость движения, содержание

вредных веществ, - значения которых должны соответствовать санитарно-гигиеническим нормативам.

Воздух удаляемый (уходящий) - воздух, забираемый из помещения и больше в нем не используемый;

Вредные (загрязняющие) вещества - вещества, для которых органами санэпиднадзора установлена предельно допустимая концентрация (ПДК);

Вредные выделения - потоки теплоты, влаги, загрязняющих веществ, поступающие в помещение и отрицательно влияющие на параметры микроклимата и чистоту воздуха;

Допустимое качество воздуха - состав воздуха в помещении, при котором при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивается допустимое состояние организма человека (ГОСТ 30494 2011);

Допустимое качество воздуха в помещениях (чистота воздуха) - состав воздуха, в котором, в соответствии с определением полномочных органов, концентрация известных загрязняющих веществ не превышает ПДК и к которому не имеют претензии более 80 % людей, подвергаемых его воздействию (СТО НП АВОК 2.1-2008);

Допустимые параметры микроклимата - сочетания значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать общее и локальное ощущение дискомфорта, умеренное напряжение механизмов терморегуляции, не вызывающих повреждений или нарушений состояния здоровья;

Зона дыхания - пространство радиусом 0,5 м от лица работающего;

Избытки явной теплоты - разность тепловых потоков, поступающих в помещение и уходящих из него при расчетных параметрах наружного воздуха (после осуществления технологических и строительных мероприятий по уменьшению тепlopоступлений от оборудования, трубопроводов и солнечной радиации) и ассимилируемых воздухом систем вентиляции и кондиционирования;

Качество воздуха - состав воздуха в помещении, при котором при длительном воздействии на человека обеспечивается оптимальное или допустимое состояние организма человека;

Кондиционирование воздуха - автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения и качества) с целью обеспечения, как правило, оптимальных

метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса, обеспечения сохранности ценностей;

Концентрация - отношение количества (массы, объема и т.п.) одного компонента к количеству (массе, объему и т.п.) смеси компонентов;

Косвенное испарительное охлаждение воздуха осуществляется в поверхностных воздухоохладителях водой, циркулирующей в контуре орошения вспомогательного потока воздуха в контактном аппарате;

Место постоянного пребывания людей в помещении - место, где люди находятся более 2 ч непрерывно;

Местный отсос - устройство для улавливания вредных и взрывоопасных газов, пыли, аэрозолей и паров (зонты, кожух-воздухоприемник и т.п.) у мест их образования, присоединяемое к воздуховодам систем местных отсосов и являющееся, как правило, составной частью технологического оборудования.

Микроклимат помещения - состояние внутренней среды помещения, характеризуемое следующими показателями: температурой воздуха, радиационной температурой, скоростью движения и относительной влажностью воздуха в помещении;

Непостоянное рабочее место - место, где люди работают менее 2 ч в смену непрерывно или менее 50 % рабочего времени.

Нормативный режим эксплуатации - режим эксплуатации в соответствии с существующими нормами, устанавливающими количественные или качественные критерии, которые должны быть удовлетворены;

Обслуживаемая зона - пространство в коллекторе высотой 2 м с постоянным пребыванием людей, стоящих или двигающихся, и высотой 1,5 м - людей сидящих.

Огнестойкий воздуховод - плотный воздуховод со стенками, имеющими нормируемый предел огнестойкости.

Оптимальное качество воздуха - состав воздуха в помещении, при котором при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивается комфортное (оптимальное) состояние организма человека;

Отопление - искусственное нагревание помещения в холодный период года для компенсации тепловых потерь и поддержания нормируемой температуры со средней необеспеченностью 50 ч/год;

Очистка воздуха - удаление из воздуха загрязняющих веществ;

Пожароопасная смесь - смесь горючих газов, паров, пыли, волокон с воздухом, если при ее горении развивается давление, не превышающее 5 кПа. Пожароопасность смеси должна быть указана в задании на проектирование.

Помещение, не имеющее выделений вредных веществ - помещение, в котором выделяются в воздух вредные вещества в количествах, не создающих концентраций, превышающих ПДК в воздухе обслуживаемой зоны;

Прямое испарительное охлаждение - охлаждение воздуха рециркулирующей водой; используется в кондиционерах в холодное время года т.к. оно возможно лишь при отсутствии или незначительных влаговыделениях в помещении и низком влагосодержании наружного воздуха;

Рабочая зона - пространство над уровнем пола или рабочей площадки высотой 2 м при выполнении работы стоя или 1,5 м - при выполнении работы сидя, на которых находятся места постоянного (более 50% времени или более 2 ч непрерывно) или временного (непостоянного) пребывания работающих;

Риск - сочетание частоты (или вероятности) и последствий определенного опасного события. Понятие риска всегда включает два элемента: частоту, с которой осуществляется опасное событие, и последствие этого события;

Резервная система вентиляции (резервный вентилятор) - система (вентилятор), предусматриваемая в дополнение к основным системам для автоматического ее включения при выходе из строя одной из основных систем.

Рециркуляция воздуха - подмешивание воздуха помещения к наружному воздуху и подача этой смеси в данное или другие помещения (после очистки или тепловлажностной обработки); рециркуляцией не является перемешивание воздуха в пределах одного помещения, в том числе сопровождаемое нагреванием (охлаждением) отопительными агрегатами, вентиляторными и эжекционными доводчиками, вентиляторами-веерами и др.;

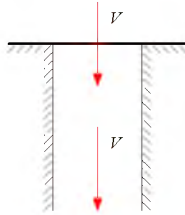
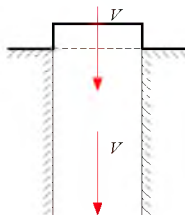
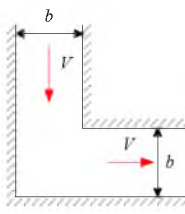
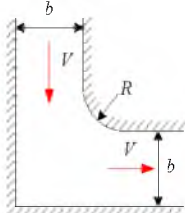
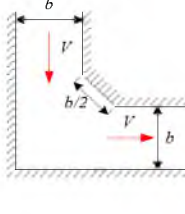
Схема непосредственного охлаждения - схема охлаждения, в которой испарительные аппараты размещаются внутри охлаждаемых камер и помещений или встраиваются в коммуникации охлаждаемого воздуха;

Схема промежуточного охлаждения - схема охлаждения, в которой перенос теплоты от охлаждаемых сред к испарителям осуществляется с помощью хладоносителей;

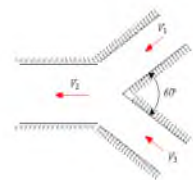
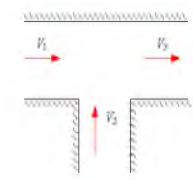
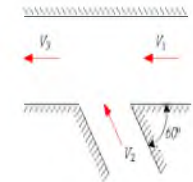
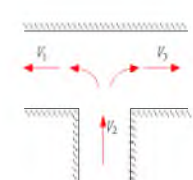
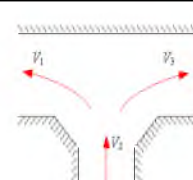
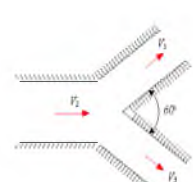
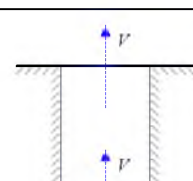
Чрезвычайная ситуация - состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровья, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде. Различают чрезвычайные ситуации по характеру источника (природные, техногенные, биолого-социальные и военные) и по масштабам.

Приложение 2.

Сводная таблица коэффициентов местных сопротивлений

| № п.п. | Тип местного сопротивления | Коэффициент сопротивления $\zeta_{с.с.}$ | Эскиз | Автор | Примечание |
|--------|---|--|--|-----------|------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Вход в устье ствола шахты | 0,6 |  | ЦАГИ | при скорости V (см. эскиз) |
| 2 | Вход в трубу с выступающим концом | 0,85 |  | Carrier | при скорости V (см. эскиз) |
| 3 | Поворот под углом 90° с обеими острыми кромками | 1,4 |  | Макильрой | при скорости V (см. эскиз) |
| 4 | Поворот под углом 90° со скругленной только внутренней кромкой | $R=b/3$ $\zeta=0,75$ |  | Макильрой | при скорости V (см. эскиз) |
| | | $R=2b/3$ $\zeta=0,52$ | | | |
| 5 | Поворот под углом 90° со скошенной под углом 45° внутренней кромкой | 0,66 при длине скоса = $1/2b$ |  | Макильрой | при скорости V (см. эскиз) |

| | | | | | |
|----|--|--------------------------------------|--|-------------|--|
| 6 | Двойной поворот в одном направлении под углом 90° каждый | 2,1 при $l < 8b$ | | Макильрой | при скорости V (см. эскиз) |
| 7 | Двойной поворот в противоположном направлении под углом 90° каждого | 2,4 | | Макильрой | при скорости V (см. эскиз) |
| 8 | Двойной поворот во взаимно перпендикулярных плоскостях | 2,8 | | Макильрой | при скорости V (см. эскиз) |
| 9 | Двойной поворот под углом 45° каждый | при $l = 2b$ $\xi = 0,7$ | | ЦАГИ | при скорости V (см. эскиз) |
| | | при $l = (4 \div 8)b$ $\xi = 1,1$ | | | |
| 10 | Сопряжения под прямым углом с ответвлением от проходящей струи | 3,6 | | Фогель | при $S_2 = S_3$, $V_2/V_3 = 1$, при скорости V_2 |
| 11 | Сопряжение под углом 60° с ответвлением струи | 1,5 | | Метропроект | при скорости V_2 (см. эскиз) |
| 12 | Сопряжение под прямым углом с ответвлением сходящихся струй | 2,0 | | Метропроект | при скорости V_2 (см. эскиз) |
| 13 | То же, но кромки поворотов скошены под углом 45° | 1,0 | | Метропроект | при скорости V_2 (см. эскиз) |

| | | | | | |
|----|---|-----|--|-------------|--|
| 14 | Сопряжение под углом 60° с ветвлением струй в одну ветвь | 1,0 |  | Метропроект | при скорости V_2 и V_3 (см. эскиз) |
| 15 | Сопряжение под прямым углом с присоединением боковой струи с проходящей | 2,6 |  | Фогель | при скорости V_2 (см. эскиз) |
| 16 | Сопряжение под углом 60° с присоединением боковой струи с проходящей | 1,5 |  | Метропроект | при скорости V_2 (см. эскиз) |
| 17 | Сопряжение под прямым углом с разветвлением струи в двух направления | 2,5 |  | Метропроект | при скорости V_2 (см. эскиз) |
| 18 | То же, но кромки поворотов скошены под углом 45° | 1,5 |  | Метропроект | при скорости V_2 (см. эскиз) |
| 19 | Сопряжение под углом 60° с разветвлением струй в боковые ветви | 1,0 |  | Метропроект | при скорости V_2 (см. эскиз) |
| 20 | Выход из трубы в атмосферу | 1,0 |  | Метропроект | при скорости V_2 (см. эскиз) |

Приложение 3. Пример расчета

Расчёт параметров проветривания и выбор вентиляторов для проветривания эксплуатируемого коммуникационного коллектора

(на примере участка коммуникационного коллектора от п/ст «Академическая»)

1. Исходные данные для расчёта

Исходные данные для расчёта принимаются согласно проектной документации ООО «Спецтоннельстрой» (Исполнительный чертёж, профиль в интервале К39-К53, лист №2).

1. Форма сечения коммуникационного коллектора – круглая;
2. Внутренний диаметр коммуникационного коллектора (в свету) – $d_k = 2,36$ м ($r = d_k / 2 = 1,18$ м);
3. Высота асфальтобетонного пола – $l_{п} = 0,24$ м;
4. Длина расчётного участка коммуникационного коллектора (принимается от узла 44 (ПК 239+19,15) до узла 43 (ПК231+4,5) – $L_k = 167,37$ м;
5. Угол наклона коммуникационного коллектора (уклон) – $i = 0,009$;
6. Диаметр вентиляционной приточной шахты – $d_{п.ш.} = 7$ м;
7. Диаметр вентиляционной вытяжной шахты – $d_{в.ш.} = 7,2$ м;
8. Глубина заложения приточной шахты – $L_{п.ш.} = 7,3$ м;
9. Глубина заложения вытяжной шахты – $L_{в.ш.} = 7,67$ м;
10. Высотные отметки приточной шахты – $l_{п.ш.} = 208,69$ м;
11. Высотные отметки вытяжной шахты – $l_{в.ш.} = 210,6$ м;
12. Максимальное возможное количество одновременно работающих людей в коммуникационном коллекторе $N = 5$ человек.
13. Коммуникационный коллектор газопровод не пересекает;
14. В коммуникационном коллекторе отсутствуют источники тепловыделения (теплотрасса).

По исходным данным схематически изображается расчётный участок рисунок 1. При этом обозначение шахт (приточная и вытяжная) приняты так же как обозначены в технической документации. В процессе расчёта параметров проветривания и выбор вентиляторов для проветривания эксплуатируемого коммуникационного коллектора назначение шахт может поменяться.

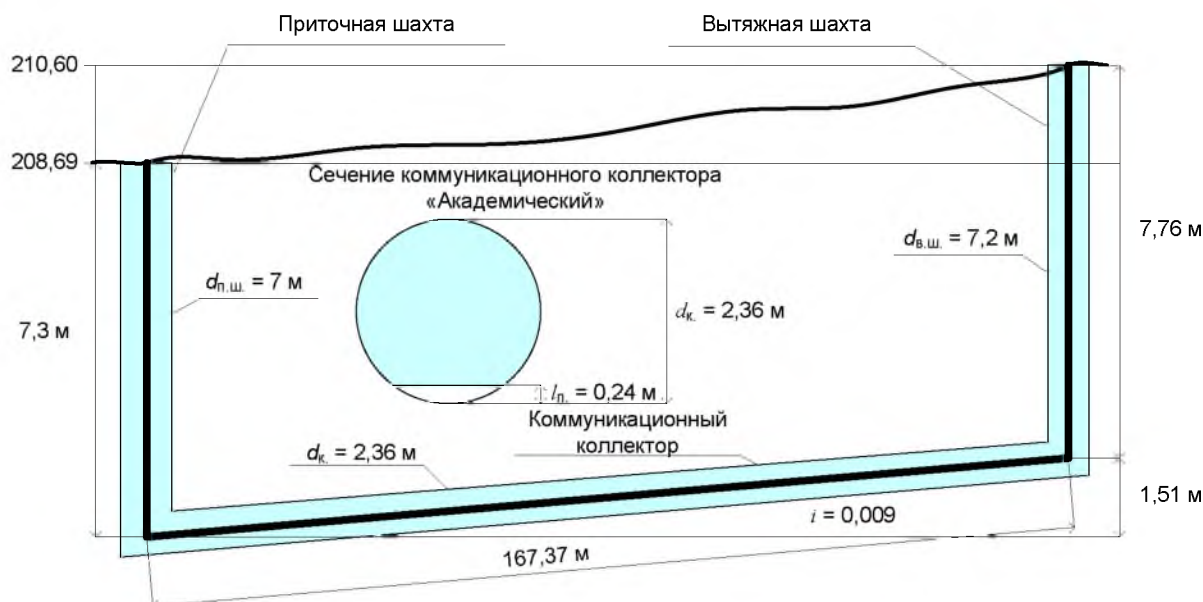


Рис. 1. Схема расчётного участка коммуникационного коллектора «Академический»

2. Расчёт необходимого количества воздуха для проветривания участка коммуникационного коллектора «Академический»

2.1. Расчёт необходимого количества воздуха для обеспечения свежим воздухом работающих людей в коммуникационном коллекторе производится по формуле

$$Q_p^н = 6 \cdot N = 6 \cdot 5 = 30 \frac{\text{м}^3}{\text{мин}},$$

или

$$Q_p^н = \frac{30}{60} = 0,5 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}.$$

2.2. Расчёт необходимого количества воздуха для 3-х кратного воздухообмена в час определяется с учётом объёма коммуникационного коллектора.

Объём приточной шахты

$$V_{п.ш.} = \frac{\pi \cdot d_{п.ш.}^2}{2 \cdot 4} \cdot L_{п.ш.} = \frac{3,14 \cdot 7^2}{2 \cdot 4} \cdot 7,3 = 140,40 \text{ м}^3.$$

Объём коммуникационного коллектора

$$V_{\text{к}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{к}}^2}{2 \cdot 4} \cdot L_{\text{к}} - V_{\text{п}},$$

где $V_{\text{п}}$ – объём занимаемый асфальтобетонным полом, определяется по формуле

$$V_{\text{п}} = \left(r^2 \cdot \arccos\left(\frac{r-l_{\text{п}}}{r}\right) - (r-l_{\text{п}}) \cdot \sqrt{2 \cdot r \cdot l_{\text{п}} - l_{\text{п}}^2} \right) \cdot L_{\text{к}},$$

$$V_{\text{п}} = \left(1,18^2 \cdot \arccos\left(\frac{1,18-0,24}{1,18}\right) - (1,18-0,24) \cdot \sqrt{2 \cdot 1,18 \cdot 0,24 - 0,24^2} \right) \cdot 167,37 = 113,5 \text{ м}^3.$$

Тогда

$$V_{\text{к}} = \frac{3,14 \cdot 2,36^2}{4} \cdot 167,37 - 113,5 = 618,3 \text{ м}^3.$$

Объём вытяжной шахты

$$V_{\text{в.ш}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{в.ш}}^2}{2 \cdot 4} \cdot L_{\text{в.ш}} = \frac{3,14 \cdot 7,2^2}{2 \cdot 4} \cdot 7,67 = 156,05 \text{ м}^3.$$

Общий объём участка коммуникационного коллектора равен

$$V_{\text{общ}} = V_{\text{п.ш}} + V_{\text{к}} + V_{\text{в.ш}} = 140,40 + 618,30 + 156,05 = 914,75 \text{ м}^3.$$

С учётом трёхкратного воздухообмена в час в коммуникационный коллектор должен поступать воздух в количестве

$$Q_{\text{р.}}^{\text{н}} = 3 \cdot V_{\text{общ}} = 3 \cdot 914,75 = 2744,25 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}},$$

или

$$Q_{\text{р.}}^{\text{н}} = \frac{2744,25}{60} = 45,75 \frac{\text{м}^3}{\text{мин}},$$

или

$$Q_{\text{р.}}^{\text{н}} = \frac{45,74}{60} = 0,76 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}.$$

2.3. Расчёт расхода воздуха по вредным газам и по тепловыделениям не производится, по причине отсутствия источников выделения газа и поступления тепла на рассматриваемый участок коммуникационного коллектора.

2.4. Из полученных расчётных значений выбираем максимальную величину

$$Q_p = Q_p^H = 0,76 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}.$$

Площадь сечения коммуникационного коллектора равна

$$S_k = \frac{\pi \cdot d_k^2}{4} - S_{\text{п.}} = \frac{3,14 \cdot 2,36^2}{4} - 0,69 = 6,04 \text{ м}^2$$

где площадь пола (сегмента окружности) определяется по формуле

$$S_{\text{п.}} = r^2 \cdot \arccos\left(\frac{r - l_{\text{п.}}}{r}\right) - (r - l_{\text{п.}}) \cdot \sqrt{2 \cdot r \cdot l_{\text{п.}} - l_{\text{п.}}^2},$$

$$S_{\text{п.}} = 1,18^2 \cdot \arccos\left(\frac{1,18 - 0,24}{1,18}\right) - (1,18 - 0,24) \cdot \sqrt{2 \cdot 1,18 \cdot 0,24 - 0,24^2} = 0,69 \text{ м}^2.$$

Средняя скорость движения воздуха на рассматриваемом участке коммуникационного коллектора должна быть равна

$$U_k = \frac{Q_p}{S_k} = \frac{0,76}{6,04} = 0,13 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

3. Определение потерь давления при преодолении аэродинамического сопротивления коммуникационного коллектора

При расчёте величины аэродинамического сопротивления коммуникационного коллектора сразу учитываются:

- обязательные элементы участка коммуникационного коллектора, обеспечивающие его защиту от попадания посторонних людей (металлические решётки на вентиляционных домиках);
- воздуховод диаметром $d_{\text{в.}} = 0,5 \text{ м}$ ($S_{\text{в.}} = 0,2 \text{ м}^2$, $P_{\text{в.}} = 1,57 \text{ м}$) и максимальной длиной $L_{\text{в.}} = 7 \text{ м}$, позволяющий направить струю воздуха непосредственно в коммуникационный коллектор (при глубинах заложения коммуникационного коллектора более 3-5 метров);
- места перехода коммуникационного коллектора в вентиляционную (вытяжную) шахту.

Потеря давления на преодоление аэродинамического сопротивления участка коммуникационного коллектора складывается из суммы потерь давления отдельных участков, представляющих собой местные сопротивления и сопротивления трения:

1. Аэродинамическое сопротивление защитной металлической сетки (местное сопротивление);
2. Аэродинамическое сопротивление поворота на 90^0 в вентиляционном домике (местное сопротивление);
3. Аэродинамическое сопротивление трения воздуховода, позволяющего подать воздух от вентиляторной установки до коммуникационного коллектора;
4. Аэродинамическое сопротивление двух поворотов на 90^0 воздуховода;
5. Аэродинамическое сопротивление трения коммуникационного коллектора;
6. Аэродинамическое сопротивление поворота на 90^0 при переходе коммуникационного коллектора в вентиляционную шахту (вытяжную);
7. Аэродинамическое сопротивление поворота на 90^0 в вентиляционном домике (местное сопротивление);
8. Аэродинамическое сопротивление защитной металлической сетки (местное сопротивление);
9. Аэродинамическое сопротивление, вызванное перекрытиями с проходом меньшего сечения.

3.1. Расчёт потерь давления, вызываемых металлической сеткой

Потеря давления, вызываемая сетками, подсчитывается по формуле

$$h_{\text{сет.}} = \xi_{\text{сет.}} \frac{U^2}{2 \cdot g} \cdot \gamma,$$

где $\xi_{\text{сет.}}$ – коэффициентов местного сопротивления определяется по формуле

$$\xi_{\text{сет.}} = (1 - f) + \left(\frac{1 - f}{f} \right)^2,$$

где f – живое сечение сеток, подсчитываемое по формуле

$$f = \frac{l_1 \cdot l_2 - l_1 \cdot n_1 \cdot \sigma_1 - l_2 \cdot n_2 \cdot \sigma_2 + n_1 \cdot \sigma_1 \cdot n_2 \cdot \sigma_2}{l_1 \cdot l_2},$$

где δ_1 и δ_2 – соответственно толщины поперечных или продольных проволок в сетках, м ($\delta_1 = \delta_2 = 0,001$ м);

n_1 и n_2 – соответственно число поперечных или продольных проволок (800 и 50);

l_1 и l_2 – ширина и длина сетки, м (0,5 и 8 м).

Тогда

$$f = \frac{0,5 \cdot 8 - 0,5 \cdot 800 \cdot 0,001 - 8 \cdot 50 \cdot 0,001 + 800 \cdot 0,001 \cdot 50 \cdot 0,001}{0,5 \cdot 8} = 0,81,$$

$$\xi_{\text{сст.}} = (1 - 0,81) + \left(\frac{1 - 0,81}{0,81} \right)^2 = 0,245$$

и

$$h_{\text{сст.}} = 0,245 \frac{0,19^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 1,2 = 0,00054 \frac{\text{кГ}}{\text{м}^2},$$

или

$$h_{\text{сст.}} = 0,0053 \text{ Па.}$$

3.2. Расчёт потерь давления, вызываемых поворотами

Давление, теряемое на повороте выражается как

$$h_{\text{пов.}} = \xi_{\text{пов.}} \frac{U^2 \cdot \gamma}{2 \cdot g},$$

где U – средняя скорость движения воздуха на прямолинейном участке за поворотом, м/с;

$\xi_{\text{пов.}}$ – безразмерный коэффициент сопротивления поворота, зависящий от угла поворота

$$\xi_{\text{пов.}} = K \cdot \beta^2,$$

где K – коэффициент пропорциональности, равный $K = 0,57$;

β – угол поворота в радианах, для перехода от угла поворота β° в градусах к углу поворота в радианах используют формулу:

$$\beta = \frac{\pi \cdot \beta^\circ}{180}.$$

Тогда

$$\beta = \frac{3,14 \cdot 90}{180} = 1,57,$$

$$\xi_{\text{пов.}} = 0,57 \cdot 1,57^2 = 1,4.$$

Для движения воздуха по металлическому воздуховоду $U_{в.} = 3,87$ м/с и

$$h_{пов.в.} = 1,4 \cdot \frac{3,87^2 \cdot 1,2}{2 \cdot 9,81} = 1,28 \frac{\text{кГ}}{\text{м}^2},$$

или

$$h_{пов.в.} = 12,58 \text{ Па},$$

Для движения воздуха по коммуникационному коллектору с поворотом в вытяжную шахту $U_{ш.} = 0,04$ м/с и

$$h_{пов.к.} = 1,4 \cdot \frac{0,04^2 \cdot 1,2}{2 \cdot 9,81} = 0,014 \frac{\text{кГ}}{\text{м}^2},$$

или

$$h_{пов.к.} = 0,1344 \text{ Па}.$$

3.3. Расчёт потерь давления, вызываемых трением

Потери давления воздуха на преодоление сопротивления трения рассчитывают по формуле

$$h_{т.} = \alpha \cdot \frac{P \cdot L}{S^3} \cdot Q^2 = R \cdot Q^2,$$

где $\alpha_{т.в.}$ – коэффициент аэродинамического сопротивления металлического воздуховода, $\text{кГ} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$. $\alpha_{в.} = 0,0003 \text{ кГ} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$.

Потери давления воздуха на преодоление сопротивления трения воздуховода равны

$$h_{т.в.} = \alpha_{в.} \cdot \frac{P_{в.} \cdot L_{в.}}{S_{в.}^3} \cdot Q_{п.}^2 = 0,0003 \cdot \frac{1,57 \cdot 7}{0,2^3} \cdot 0,76^2 = 0,24 \frac{\text{кГ}}{\text{м}^2}$$

или

$$h_{т.в.} = 2,34 \text{ Па}.$$

Потери давления воздуха на преодоление сопротивления трения коммуникационного коллектора при отсутствии полок с кабелем (коммуникационный коллектор в момент сдачи заказчику) будут равны

$$h_{т.к.} = \alpha_{к.} \cdot \frac{P_{к.} \cdot L_{к.}}{S_{к.}^3} \cdot Q_{п.}^2 = 0,02 \cdot \frac{7,41 \cdot 167,37}{4,37^3} \cdot 0,76^2 = 0,172 \frac{\text{кГ}}{\text{м}^2}$$

или

$$h_{т.к.} = 1,68 \text{ Па}.$$

где $\alpha_{т.к.}$ – коэффициент аэродинамического сопротивления коммуникационного коллектора, $\text{кГ} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$. $\alpha_{т.к.} = 0,02 \text{ кГ} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$.

При добавлении коммуникаций (10 полок с кабелем) произойдёт уменьшение площади поперечного сечения $S_{н} = 3 \text{ м}^2$ и увеличение периметра ($P_{н} = 17,62 \text{ м}$) и коэффициента аэродинамического сопротивления трения ($\alpha_{н} = 0,04 \text{ кГ} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$).

$$h_{н.т.к} = \alpha_{н.} \cdot \frac{P_{н.} \cdot L_{к.}}{S_{н.}^3} \cdot Q_{п.}^2 = 0,04 \cdot \frac{17,62 \cdot 167,37}{3^3} \cdot 0,76^2 = 2,52 \frac{\text{кГ}}{\text{м}^2}$$

или

$$h_{т.к} = 24,8 \text{ Па.}$$

Потери давления воздуха на преодоление сопротивления трения вытяжной шахты равны

$$h_{т.ш} = \alpha_{ш.} \cdot \frac{P_{ш.} \cdot L_{ш.}}{S_{ш.}^3} \cdot Q_{п.}^2 = 0,005 \cdot \frac{18,5 \cdot 7,2}{10,17^3} \cdot 0,76^2 = 0,0004 \frac{\text{кГ}}{\text{м}^2}$$

или

$$h_{т.к} = 0,34 \text{ Па.}$$

3.4. Расчёт потерь давления, вызываемых перекрытиями с проходом меньшего сечения

Потери давления воздуха на преодоление местного сопротивления, вызванного вентиляционным окном, рассчитывают по формуле

$$h_{о.} = 0,177 \cdot \left(\frac{S_{в.ш.}}{x} - 1 \right) \cdot \frac{Q_{п.}^2}{S^2} = 0,177 \cdot \left(\frac{27,1296}{1} - 1 \right) \cdot \frac{0,76^2}{27,1296^2} = 0,095 \frac{\text{кГ}}{\text{м}^2},$$

или

$$h_{о.} = 0,93 \text{ Па,}$$

где x – площадь сечения вентиляционного окна, м^2 . $x = 1 \text{ м}^2$.

Общая потеря давления составит

$$h_{п.} = 2 \cdot h_{сет.} + 2 \cdot h_{пов.в.} + h_{пов.к.} + h_{т.в.} + h_{т.к.} + h_{т.ш.} + h_{о.},$$

на начало эксплуатации требуемый перепад давления составит

$$h_{p.\min} = 2 \cdot 0,0053 + 2 \cdot 12,58 + 0,1344 + 2,34 + 0,172 + 0,0004 + 0,095 = 27,91 \text{ Па,}$$

при максимальной нагрузке (при размещении 5 полок с кабелями с двух сторон – через 60 см по высоте) требуемый перепад давления составит

$$h_{p.\max} = 2 \cdot 0,0053 + 2 \cdot 12,58 + 0,1344 + 2,34 + 24,8 + 0,0004 + 0,095 = 52,54 \text{ Па.}$$

Общее аэродинамическое сопротивление коммуникационного коллектора при условии минимальной загруженности коммуникациям, отсутствием перекрытий в вытяжной шахте и величине вентиляционных окон у поверхностных вентиляционных домиков $0,5 \times 8$ м, составит

$$R_{\min} = \frac{h_{p.\min}}{Q_p^2} = \frac{27,91}{9,81 \cdot 0,76^2} = 4,93 \frac{\text{кГ} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^8},$$

$$R_{\max} = \frac{h_{p.\max}}{Q_p^2} = \frac{52,54}{9,81 \cdot 0,76^2} = 9,27 \frac{\text{кГ} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^8}.$$

4. Выбор вентиляторного устройства, их количество и место расположения для проветривания участка коммуникационного коллектора «Академический»

При проветривании КК могут быть использованы (применяемые в настоящее время для проветривания коммуникационных коллекторов города Москвы) следующие вентиляторные установки.

По полученному значению аэродинамического сопротивления ($R = 4,69 \text{ кГ} \cdot \text{с}^2/\text{м}^8$) расчетного участка коммуникационного коллектора «Академический» строиться в координатах $h-Q$ аэродинамическая характеристика сети (рис. 2) по уравнению $h = R \cdot Q^2$.

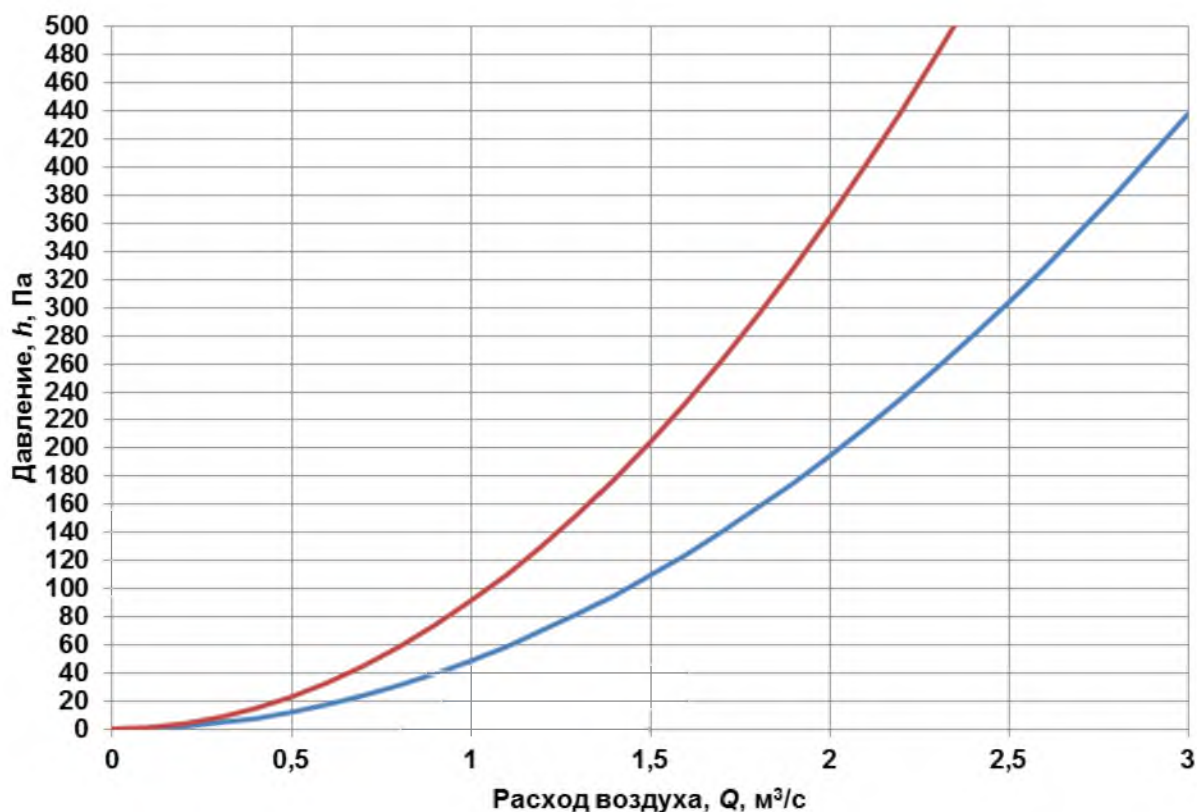


Рис. 2. Аэродинамическая характеристика участка коммуникационного коллектора «Академический»

По определённым величинам потери давления ($h_p = 28,01$ Па) и количества воздуха ($Q_p = 0,76$ м³/с) подбирается вентиляторная установка по ее аэродинамической характеристике.

Условия выбора вентилятора:

- 1) максимальный КПД,
- 2) 15 % запас по давлению и расходу воздуха,
- 3) устойчивая характеристика в пределах выбранного режима проветривания.

К рассмотрению первоначально принимаются вентиляторные установки, применяемые в ГУП «Москллектор».

Наиболее подходящими являются характеристика вентилятора марки ВМЭ-4 (рис. 3) и Аксипал FTDA 063-3-30 (рис. 4).

На аэродинамическую характеристику вентилятора накладываем аэродинамическую характеристику сети

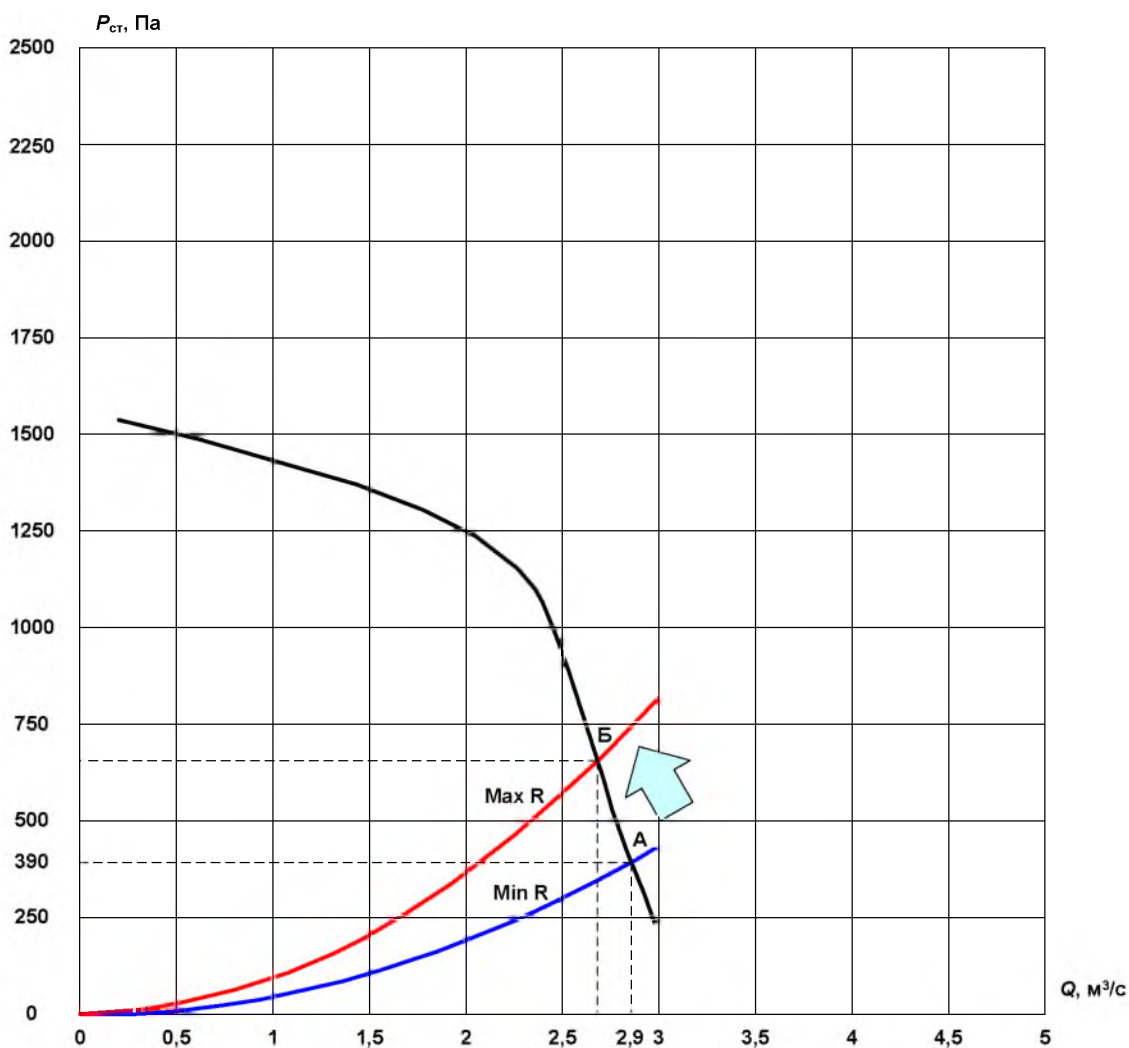


Рис. 3. Аэродинамическая характеристика вентиляторной установки ВМЭ-4 с нанесённой аэродинамической характеристикой расчётного участка коммуникационного коллектора

Вентилятор ВМЭ-4 разовьёт большее давление, чем расчётное и подаст больше воздуха, чем требуется, но он имеет резерв по производительности и депрессии на случай роста аэродинамического сопротивления. Второй вентилятор Аксипал FTDA 063-3-30 больше подходит к расчётному участку коммуникационного коллектора «Академический».

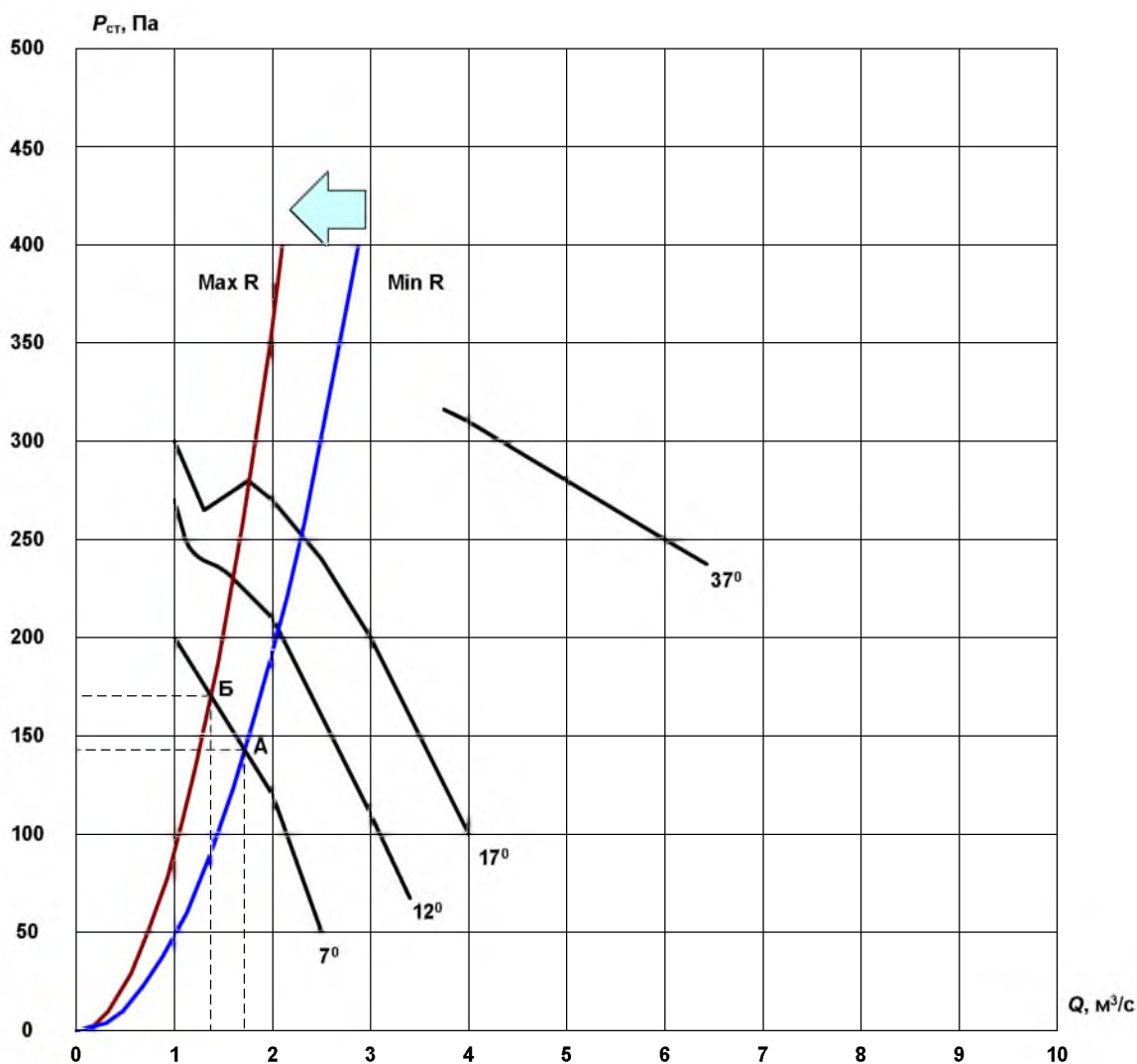


Рис. 4. Аэродинамическая характеристика вентиляторной установки Аксипал FTDA 063-3-30 с нанесённой аэродинамической характеристикой расчётного участка коммуникационного коллектора

Однако при дальнейшем увеличении аэродинамического сопротивления расчётного участка коммуникационного коллектора «Академический» (при заполнениями коммуникациями уменьшится площадь сечения, увеличится периметр и увеличится коэффициент аэродинамического сопротивления трения) рабочая точка может выйти за рабочую характеристику вентилятора, следовательно, проветривание осуществляться не будет.