

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ГИГИЕНЫ ТРУДА

М. В. Галицкая, Л. М. Бондаренко

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Методические рекомендации



Минск 2007

УДК 613.633 (075.8)
ББК 51.245 я 73
Г 15

Утверждено Научно-методическим советом университета в качестве
методических рекомендаций 29.11.2006 г. протокол № 3

Рецензенты: ст. преп. каф. общей гигиены, канд. мед. наук С. В. Марахов-
ская; зав. отделом гигиены труда ЦГЭ Ленинского района Е. С. Рослик

Галицкая, М. В.

Г 15 Гигиеническая оценка производственной вентиляции : метод. рекомендации
/ М. В. Галицкая, Л. М. Бондаренко. – Минск: БГМУ, 2007. – 24 с.

Издание содержит описание различных видов производственной вентиляции, подходы к ее
гигиенической оценке, современные методы контроля за работой вентиляции в условиях произ-
водства.

Предназначены для студентов 5-го курса медико-профилактического факультета.

УДК 613.633 (075.8)
ББК 51.245 я 73

Учебное издание

Галицкая Маргарита Владимировна
Бондаренко Людмила Михайловна

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Методические рекомендации

Ответственная за выпуск М. В. Галицкая
Редактор О. В. Иванова
Компьютерная верстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать _____. Формат 60×84/16. Бумага писчая «КюмЛюкс».

Печать офсетная. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. _____. Уч.-изд. л. _____. Тираж ____ экз. Заказ _____.

Издатель и полиграфическое исполнение –

Белорусский государственный медицинский университет.

ЛИ № 02330/0133420 от 14.10.2004; ЛП № 02330/0131503 от 27.08.2004.

220030, г. Минск, Ленинградская, 6.

© Оформление. Белорусский государственный
медицинский университет, 2007

Общее время занятия: 5 часов.

Мотивационная характеристика темы

Вентиляция является санитарно-техническим средством, завершающим систему мероприятий по оздоровлению воздушной среды производственных помещений. При помощи вентиляции ведут борьбу с избытками тепла и влаги, а также газов, паров и пыли.

Контроль за содержанием и эксплуатацией производственной вентиляции — один из разделов санитарного надзора в области гигиены труда. Он проводится при экспертизе проектной документации на стадии предупредительного санитарного надзора и осуществлении текущего надзора на действующих промышленных предприятиях.

Цель занятия:

1. Изучить основы производственной вентиляции, современные подходы к гигиенической оценке эффективности вентиляции на промышленных предприятиях.

2. Обучить методике экспертизы проекта производственной вентиляции, осуществлению контроля за соблюдением действующих санитарных норм и правил при проектировании и реконструкции вентиляционных систем.

Задачи:

1. Научиться осуществлять санитарно-гигиенический контроль за организацией воздухообмена на промышленных предприятиях.

2. Изучить основные требования нормативных документов по содержанию и эксплуатации промышленной вентиляции (СанПин № 2.2.113-5-2006 РБ «Гигиенические требования к проектированию, содержанию и эксплуатации промышленных предприятий», СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»).

3. Освоить методику обследования производственной вентиляции, производить оценку ее санитарно-гигиенической эффективности и по результатам проверки научиться составлять акт.

4. Сформировать умение обосновывать мероприятия по улучшению работы вентиляционного оборудования производственных цехов на промышленных предприятиях.

Требования к исходному уровню знаний. Для полного освоения темы студенту необходимо повторить:

– из курса *нормальной физиологии* — теплообмен организма человека с окружающей средой, терморегуляторные функции человека;

– курса *общей гигиены* — аппаратуру, используемую для измерения температуры и скорости движения воздуха в рабочих проемах вентиляционного оборудования и на рабочих местах;

– из курса коммунальной гигиены — гигиенические требования при организации воздухообмена в жилых и общественных зданиях.

Контрольные вопросы из смежных дисциплин

1. Воздействие органических и неорганических веществ (тяжелые металлы, оксиды углерода, серы и др.) на организм человека и меры профилактики острых и хронических профессиональных отравлений.
2. Гигиенические требования, предъявляемые к системам вентиляции жилых и общественных зданий.
3. Метеорологические факторы, влияющие на естественную вентиляцию жилых и общественных зданий.
4. Технические устройства, способствующие аэрации жилых и общественных зданий.

Контрольные вопросы по теме занятия

1. Производственная вентиляция, определение, назначение, классификация.
2. Естественная вентиляция, аэрация.
3. Принципиальная схема механической приточной вентиляции.
4. Принципиальная схема механической местной вытяжной вентиляции.
5. Основные гигиенические требования, предъявляемые к элементам приточной и вытяжной вентиляции.
6. Санитарно-гигиенический надзор за эксплуатацией и содержанием вентиляционного оборудования предприятий.
7. Показатели эффективности работы вентиляции.
8. Организация воздухообмена в производственных помещениях, характеризующихся выделением в рабочую зону пыли, вредных химических веществ, избытков тепла.

Учебный материал

На промышленных предприятиях при выполнении производственной программы формируются определенные параметры микроклимата, выделение в воздух рабочей зоны химических веществ и пыли, уровень которых зависит от организации технологического процесса.

Производственные процессы, воздействуя на физико-химическое состояние воздушной среды рабочей зоны, приводят к отклонению ее от нормативных требований. К числу факторов, обуславливающих эти изменения, относятся: избыточное выделение конвекционного тепла и влаги, загрязнения парами, газами, а также пылью химических веществ. Возможны различные сочетания этих факторов.

Создание необходимых параметров микроклимата и чистоты воздуха рабочей зоны достигается, прежде всего, мерами технологического и архитектурно-строительного характера.

Технологические меры — это внедрение современных технологий исключающих или ограничивающих применение вредных химических веществ, комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, герметизация технологического оборудования, пылеподавление с помощью увлажнения сырья и материалов и т. д.

Меры архитектурно-строительного характера предусматривают достаточную площадь и кубатуру производственных помещений, условия для хорошего естественного проветривания и, в то же время, исключают возможность дополнительного загрязнения воздуха производственных помещений от внешних источников.

Однако не всегда указанными мерами удается обеспечить полное соответствие параметров воздушной среды требованиям санитарного законодательства. В этих случаях, с целью предупреждения загрязнения воздуха рабочих помещений и удаления избытков тепла, влаги и загрязняющих воздух вредных веществ, прибегают к созданию различных систем вентиляции, которые относятся к средствам коллективной защиты работающих и занимают одно из основных мест среди санитарно-технических мероприятий по оздоровлению условий труда на производстве. Поэтому контроль за состоянием производственной вентиляции — один из важных разделов санитарного надзора в области гигиены труда.

Виды производственной вентиляции

Вентиляция — организованный воздухообмен, представляющий собой совокупность мероприятий и устройств, способствующих поддержанию требуемых гигиенических параметров воздуха рабочей зоны в производственных помещениях.

Системы вентиляции классифицируются по способу перемещения воздуха, направлению воздушных потоков и зоне действия.

По способу перемещения воздуха различают вентиляцию *естественную* и *механическую*.

В зависимости от направления воздушных потоков вентиляция может быть *приточной* и *вытяжной*. Вытяжная система предназначена для удаления загрязненного воздуха из помещения, приточная — для подачи наружного воздуха в производственное помещение.

По зоне действия различают вентиляцию *общеобменную* и *местную*.

ЕСТЕСТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ

При естественной вентиляции воздухообмен происходит вследствие разности температур внутри и снаружи помещения (тепловой напор) и за

счет воздействия ветра (ветровой напор). Естественный воздухообмен обеспечивается за счет инфильтрации воздуха через поры строительных материалов наружных стен, неплотностей и мелких щелей в них, а также через форточки и фрамуги. Указанный вид воздухообмена относится к *неорганизованной* естественной вентиляции и используется, как правило, в жилых и общественных зданиях.

В производственных помещениях с нагревающим микроклиматом используется *организованная* (управляемая) естественная вентиляция, называемая **аэрацией**, которая широко применяется в горячих цехах (литейных, термических, кузнечных и др.).

Это самый дешевый вид вентиляции, на эксплуатацию которой затрачивается меньше материальных средств, чем на механическую, и не требуется обслуживание со стороны высококвалифицированного персонала.

Однако при ее эксплуатации имеется ряд недостатков:

- используется только как общеобменная;
- воздух, при поступлении в рабочее помещение, не подвергается предварительной обработке (очистке, подогреву, увлажнению);
- при помощи аэрации невозможно равномерное распределение температуры и концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- удаляемый из производственного помещения воздух не очищается перед выбросом в атмосферу.

При аэрации естественный воздухообмен в помещениях осуществляется за счет разности температур наружного и внутреннего воздуха, т. е. *теплового давления*. Чем больше величина теплового давления, а также расстояние по вертикали между приточными и вытяжными отверстиями, тем интенсивнее воздухообмен. Удаление воздуха осуществляется через конструктивные элементы — светоаэрационные фонари, расположенные в кровле здания. При их отсутствии, в перекрытиях зданий устраиваются специальные каналы или шахты, функционирующие под действием теплового напора. Для полного использования ветрового напора шахты снабжаются специальными насадками — **дефлекторами**, представляющими собой оголовки специальной формы, обеспечивающие наиболее эффективное удаление воздуха из помещения под совместным действием теплового и ветрового напоров.

При аэрации (рис. 1) поступление воздуха в рабочее помещение в летнее время происходит через нижние проемы (окна), расположенные на высоте 1,0–1,5 м от уровня земли. Зимой, в целях предупреждения переохлаждения рабочих, поступление свежего воздуха организуют через верхние боковые проемы, расположенные на высоте не менее 4–6 м.

Чтобы обеспечить возможность поступления наружного воздуха через аэрационные проемы, расположенные в стене, здание должно быть свободно по периметру, т. е. отвечать определенным архитектурным требова-

ниям. Наилучшие условия аэрации создаются в однопролетных одноэтажных зданиях достаточной высоты. Аэрация однопролетного здания происходит удовлетворительно, если его ширина не более 20–25 м. При ширине здания 30 и более метров устраивают механическую вентиляцию. Допускается размещение аэрируемых цехов на верхних этажах многоэтажных зданий.

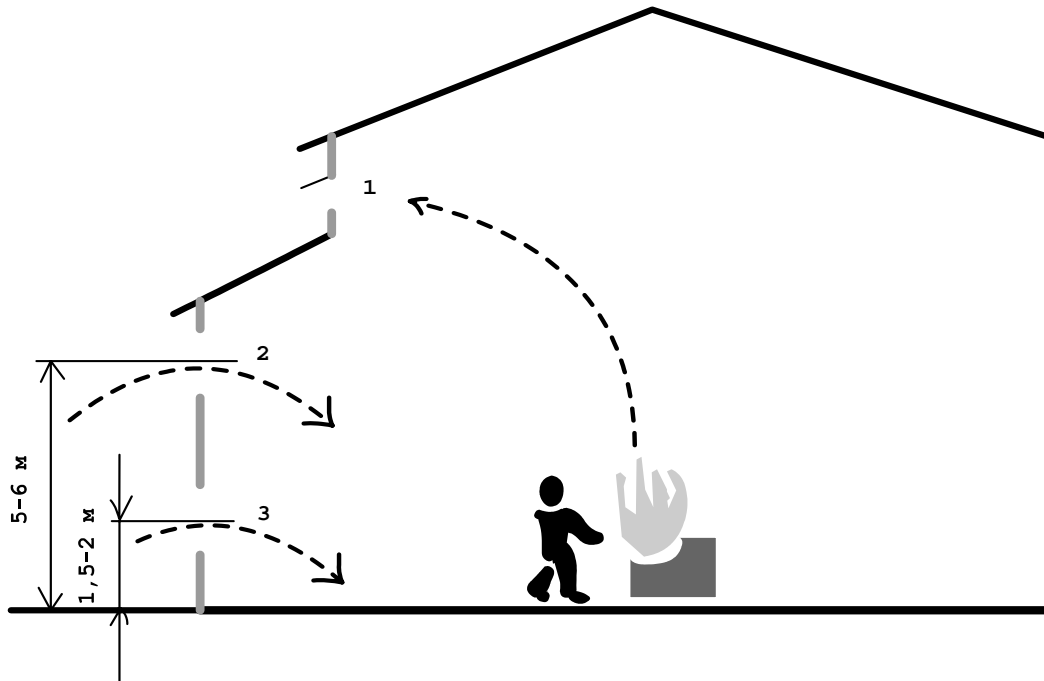


Рис. 1. Схема аэрации однопролетного производственного здания:

1 — светоаэрационный фонарь; 2, 3 — боковые проемы в стене производственного здания

Значительно сложнее организовать аэрацию в многопролетных зданиях, ширина которых может достигать 100–200 и более метров.

Главным условием аэрации многопролетного здания (рис. 2) является правильное чередование горячих и холодных цехов: холодный цех должен находиться между 2-мя горячими, пролеты которых разделены перегородками (для усиления тяги они не доходят до пола на 2 м). Причем, высота холодных цехов должна быть меньше чем у горячих.

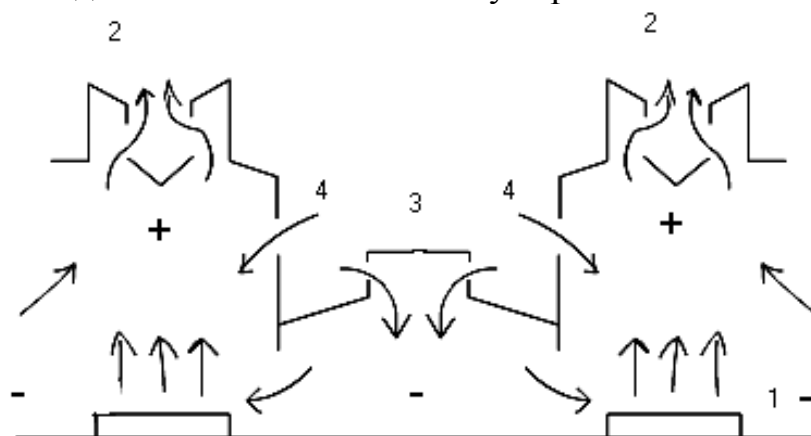


Рис. 2. Схема аэрации многопролетного здания:

1 — нижний боковой проем; 2 — светоаэрационный фонарь; 3, 4 — верхние боковые проемы

Над горячими цехами (пролетами) устраиваются вытяжные фонари или шахты, а в перепаде высот соседних холодных цехов оборудуются приточные проемы в наружных стенах. Из горячих пролетов цеха тепловые потоки вытекают через фонари наружу, создавая в нижней зоне помещения разрежение, побуждающее поступлению наружного воздуха через приточные проемы холодного помещения.

Холодный воздух (рис. 2) поступает в горячие цеха через боковые проемы наружных стен 1-го и 3-го горячих пролетов и через аэрационные фонари холодного пролета, а затем в помещение горячих цехов через специальные отверстия, образованные перегородками и полом.

Если по технологическим требованиям невозможно чередование горячих и холодных цехов, то необходимо оборудование общеобменной приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением.

В горячих цехах, где требуется создание небольших воздухообменов и имеется групповое размещение оборудования, удаление теплого воздуха можно осуществлять через шахты, которые для усиления тяги снабжаются дефлекторами.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ

Механическая вентиляция применяется в тех случаях, когда естественной вентиляцией не удастся достичь требуемых параметров воздушной среды. Воздух перемещается вентиляторами, приводимыми в движение электродвигателями.

Достоинства механической вентиляции:

1. Возможность подвергать подаваемый и выбрасываемый из помещения воздух любой обработке (нагреванию, охлаждению, очистке, увлажнению).
2. Отсутствие зависимости между работой механической вентиляции и погодными условиями, временем года.
3. Большой радиус действия.
4. Возможность локального удаления вредных химических веществ от технологического оборудования, являющегося их источником.

Недостатки механической вентиляции:

1. Дорогостоящее строительство.
2. Энергоемкость при эксплуатации (расходуется 30–40 % электроэнергии, потребляемой предприятием).
3. Для ее эксплуатации требуются квалифицированные специалисты.
4. В процессе эксплуатации вентиляционное оборудование необходимо периодически ремонтировать и очищать от осевшей пыли и копоти.

5. Работа вентиляции сопровождается шумом и вибрацией, которые оказывают неблагоприятное воздействие на работающих.

Механическая вентиляция по зоне действия подразделяется на *общеобменную* и *местную*.

Общеобменная система вентиляции применяется тогда, когда выделение вредных химических веществ в воздух рабочей зоны незначительно и распределено по всему объему помещения. При этом обмен воздуха происходит во всем помещении, с разбавлением выделяющихся вредных веществ до предельно-допустимых концентраций (ПДК).

Общеобменная вентиляция делится на *приточную*, *вытяжную* и *приточно-вытяжную*. Наиболее часто применяется комбинированная вентиляция с использованием общеобменной приточно-вытяжной и местной вытяжной вентиляции. Разрешается применять одну механическую приточную вентиляцию. При этом удаление загрязненного воздуха будет происходить при помощи неорганизованной вентиляции (через открытые окна, фрамуги, щели и др.). Применение только одной механической вытяжной вентиляции недопустимо, т. к. в производственное помещение через открытые окна, двери или щели неорганизованно будет поступать воздух из смежных помещений, а также наружный воздух, создавая сквозняки. Вследствие этого, на предприятиях чаще всего применяется механическая приточно-вытяжная вентиляция.

Более совершенной системой общеобменной вентиляции является **кондиционирование** воздуха при котором заданные параметры воздушной среды поддерживаются автоматически, независимо от изменения атмосферных условий. Очистка, подогрев или охлаждение наружного воздуха — основные операции при кондиционировании воздуха.

Рециркуляция воздуха в системах приточно-вытяжной вентиляции применяется с целью экономии электроэнергии в осенне-зимний период. При рециркуляции часть воздуха, удаляемого из помещения после соответствующей очистки от вредных веществ, снова направляется в помещение.

Рециркуляция воздуха не допускается:

а) из помещений, в которых выделяются вредные вещества 1–3 классов опасности;

б) из помещений, в воздухе которых имеются болезнетворные бактерии и грибки.

Местная вентиляция может быть *вытяжной* и *приточной*. Вытяжная предназначена для удаления воздуха непосредственно от мест образования вредных химических веществ и пыли, приточная — для подачи наружного воздуха на определенные рабочие места или участки.

По конструкции отсосы местной вытяжной вентиляции подразделяются на три типа:

– открытые: бортовой отсос, боковой отсос, зонт;

- полузакрытые: вытяжной шкаф, камера, кожух;
- закрытые: аспирационная установка.

Всасывающее отверстие *открытого* местного отсоса максимально приближено к месту выделения вредных веществ и полностью открыто. Бортовой и боковой отсосы чаще всего применяются тогда, когда необходимо удалить в сторону загрязненный воздух из зоны дыхания работающего: при сварочных, паяльных работах (боковая панель), возле различных ванн при процессах гальванопокрытия, травления, закалки в минеральном масле (бортовые отсосы).

Вытяжные зонты (козырьки) применяются при наличии явно выраженных восходящих потоках нагретого воздуха, главным образом над горнами, печами, сушилами. Зонты крепятся неподвижно возле технологического оборудования, являющегося источником конвекционного и лучистого тепла. Кроме того, оборудуются поворотные зонты, которые, поворачивая, устанавливаются в местах максимального выделения загрязненного теплого воздуха. По размерам зонты должны быть больше размеров обслуживаемой поверхности. Нельзя устанавливать зонты над технологическим оборудованием, являющимся источником загрязнения воздуха рабочей зоны химическими веществами, так как удаляемый воздух будет проходить через зону дыхания рабочего.

К *полузакрытым* отсосам относятся вытяжные шкафы, камеры, фасонные отсосы или кожуха, у которых одна, чаще всего передняя стенка, открыта для проведения технологических операций. Источник выделения вредных веществ находится внутри укрытия, однако через открытый проем вредные вещества могут поступать в воздух рабочей зоны.

Данные отсосы нашли широкое применение:

- при гальванопокрытии, в химических и микробиологических лабораториях (шкафы);
- при дробеструйной очистке деталей, пульверизационной окраске узлов и изделий (камеры).

Фасонные отсосы оборудуются на деревообрабатывающих, заточных и других металлообрабатывающих станках.

К *закрытым отсосам* относятся герметичные аспирационные установки, исключаящие контакт работающих с вредными химическими веществами, чаще всего 1–2 классов опасности, а также при обработке сыпучего, порошкообразного сырья.

Местная приточная вентиляция чаще всего применяется в производственных помещениях с нагревающим микроклиматом, для борьбы с теплоизбытками в литейных, термических, кузнечных цехах. Она создает в ограниченном пространстве помещения участок воздушной среды, отличающийся по микроклиматическим условиям от всего остального помещения. Представлена воздушными душами, воздушными оазисами, воздуш-

но-тепловыми завесами, которые подают чистый воздух на определенные рабочие места или участки.

Воздушный душ — это струи воздуха определенной температуры и скорости, направляемые на рабочего, подвергающегося воздействию высокой температуры и лучистого тепла (140 Вт/м^2 и более). Он бывает стационарным и передвижным. При работе стационарного душа воздух забирается снаружи, централизованно обрабатывается (нагревается, охлаждается, увлажняется и т. д.) и по воздуховодам подается к приточным воздухораспределительным насадкам в рабочую зону. Температура и скорость движения воздуха при душировании рассчитывается в соответствии со СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» приложение 3 и зависят от плотности лучистого теплового потока и категории работ по энергозатратам.

Воздушный передвижной душ (аэратор) работает по принципу рециркуляции, т. е. воздух забирается из помещения и подается на рабочее место. Аэратор по необходимости можно передвигать от одного рабочего места к другому.

Воздушный оазис — это пространство, ограниченное со всех сторон легкими перегородками и механическим путем заполняющееся прохладным воздухом. Применяется главным образом в горячих цехах.

Воздушно-тепловые завесы оборудуются на входных дверях, воротах с целью предотвращения поступления холодного наружного воздуха в теплое помещение при открывании ворот, дверей, а также возле технологических проемов для ликвидации перетекания загрязненного воздуха из одного помещения в другое. Температура подаваемого воздушно-тепловой завесой воздуха должна быть: $70 \text{ }^\circ\text{C}$ — у наружных ворот и $50 \text{ }^\circ\text{C}$ — у наружных дверей.

Организация воздухообмена на промышленных предприятиях

При организации воздухообмена в производственном помещении, где установлено технологическое оборудование, являющееся источником выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны, предпочтение отдается **местной вытяжной** вентиляции. Кроме того, оборудуется **общеобменная приточно-вытяжная вентиляция**. При данной системе вентиляции стремятся к тому, чтобы приточный воздух кратчайшим путем поступал в рабочую зону, а загрязненный удалялся из мест скопления вредных веществ. Также учитывается *воздушный баланс* (соотношение общего количества приточного и удаляемого воздуха) и *кратность воздухообмена* (отношение часового объема удаляемого или подаваемого воздуха к объему венти-

лируемого помещения). Воздухообмен определяется методом расчета или по кратностям. В административных и в промышленных зданиях с незначительным выделением вредных веществ в воздух рабочей зоны воздухообмен определяют по кратностям. В производственных помещениях, где воздух рабочей зоны загрязняется вредными химическими веществами, необходимый воздухообмен определяют расчетным методом в зависимости от количества выделяющихся вредных веществ.

Объем удаляемого из помещения вытяжными системами вентиляции воздуха должен компенсироваться организованным притоком чистого воздуха. Нарушение этих соотношений ведет к *отрицательному* воздушному балансу за счет недостаточности притока и может быть причиной неорганизованного подсоса загрязненного или слишком холодного наружного воздуха.

При *положительном* балансе (избыточный приток) — возможно попадание вредных химических веществ в соседние помещения, поэтому наиболее благоприятным является обеспечение одинакового объема притока и вытяжки воздуха в помещение (*нулевой* баланс). Если в воздух рабочей зоны выделяются вредные химические вещества или резко выраженные неприятные запахи, в производственном помещении предусматривают *отрицательный баланс* воздуха (вытяжка воздуха преобладает над притоком). В помещениях, где отсутствует выделение вредных и взрывоопасных газов, паров и аэрозолей предусматривается *положительный баланс* воздуха (приток преобладает над вытяжкой).

Воздухообмен в *сообщающихся* между собой помещениях должен быть устроен таким образом, чтобы исключить возможность поступления загрязненного воздуха из помещений с большими газовыделениями в помещения с меньшими выделениями или в помещения без них. Для этого объем удаляемого воздуха из помещений с большим выделением вредных веществ должен превышать объем подаваемого воздуха (*отрицательный баланс*).

Удаление воздуха из производственных помещений с выделением паров, газов, а также горючих паров и газов, имеющих удельный вес *меньше* атмосферного воздуха, следует предусматривать:

а) из рабочей зоны при помощи местной вытяжной вентиляции — $1/3$ расхода воздуха;

б) из верхней зоны при помощи общей вытяжной вентиляции — остаточной расход воздуха.

Удаление воздуха из производственных помещений с выделением паров, газов, имеющих удельный вес *больше* атмосферного воздуха, следует предусматривать:

а) из рабочей зоны при помощи местной вытяжной вентиляции — $2/3$ расхода воздуха;

б) из верхней зоны при помощи общей вытяжной вентиляции — остатальной расход воздуха.

Приточный воздух в производственные помещения с выделением вредных химических веществ по системе воздуховодов направляется так, чтобы воздух не поступал через зоны с большим загрязнением в зоны с меньшим загрязнением и не нарушал работы местных отсосов.

На производственных участках приточный воздух может подаваться в рабочую зону из воздухораспределителей в одном из направлений:

- горизонтальными струями, выпускаемыми в пределах или выше рабочей зоны;
- наклонными струями, выпускаемыми на высоте 2 и более метров от пола;
- вертикальными струями, выпускаемыми на высоте 4 и более метров от пола.

В помещениях с выделением пыли приточный воздух подается струями, направленными сверху вниз из воздухораспределителей, расположенных в верхней зоне.

В помещениях различного назначения, в которых отсутствует выделение пыли, приточный воздух подается струями, направленными снизу вверх из воздухораспределителей, расположенных в рабочей зоне.

Вентиляционные установки не должны создавать шум и вибрацию, превышающие допустимые уровни.

Схема оборудования механической вентиляции

Приточная система вентиляции состоит из следующих основных звеньев:

- воздухоприемное отверстие с жалюзийной решеткой;
- приточная камера, в которой размещают устройства для обработки наружного воздуха (фильтр, форсунки, калорифер);
- вентилятор, электродвигатель;
- сеть воздуховодов;
- воздухораспределительные насадки;
- регулирующие устройства (задвижки, шиберы).

Воздухоприемное отверстие с жалюзийной решеткой предназначено для забора и поступления наружного воздуха в приточную камеру системы. Зона забора наружного воздуха для приточной системы вентиляции должна размещаться в местах с уровнем загрязнения воздуха **не более 30 %** ПДК для воздуха рабочей зоны: на кровле или на стене производственного здания (2 м от уровня земли). Жалюзийная решетка необходима для очистки приточного воздуха от механических загрязнений.

Приточная камера предназначена для размещения устройств для обработки приточного воздуха: фильтра, калорифера, форсунок. В приточной

камере нельзя размещать другое производственное оборудование, кроме вентиляционного.

Форсунки применяются для увлажнения подаваемого воздуха.

Калорифер — теплообменник, в котором происходит передача тепла от теплоносителя (горячая вода) к подаваемому в помещение атмосферному воздуху.

Фильтр — устройство для очистки от пыли поступающего в производственное помещение наружного воздуха.

Вентилятор и электродвигатель (вентиляционный агрегат) необходимы для принудительного забора и подачи наружного воздуха в помещение. Указанное оборудование установлено на общую раму, снабженную виброизолирующими прокладками. Приточная камера вместе с вентилятором и электродвигателем располагается на техническом этаже или вне производственного помещения, т. к. вентиляционный агрегат генерирует повышенные уровни шума.

Схема вытяжной системы вентиляции

Основными звеньями *вытяжной системы* вентиляции являются:

- местный отсос (воздухоприемник), конструкция которого зависит от характера выделяющихся вредных веществ и типа оборудования;
- воздуховоды;
- вытяжная камера, в которой установлен фильтр для очистки выбрасываемого воздуха;
- вентилятор с электродвигателем;
- вытяжная шахта — труба, через которую загрязненный воздух удаляется в атмосферу;
- дефлектор над шахтой и зонт над трубой.

Вытяжная шахта — вертикальный открытый канал, выступающий над кровлей, предназначенный для удаления воздуха из помещений.

Дефлектор — вытяжная шахта с оголовком специальной формы, обеспечивающим наиболее эффективное удаление воздуха из помещений под совместным действием теплового и ветрового напоров.

Удаление воздуха из помещения системами вытяжной вентиляции предусматривают из зон, в которых воздух наиболее загрязнен или имеет наиболее высокую температуру. Удаление запыленного воздуха осуществляют из нижней зоны. Загрязненный воздух не следует направлять через зону дыхания людей в местах их постоянного пребывания.

Перед выбросом в атмосферу воздух, содержащий пыль, токсические газы и пары, должен подвергаться очистке, чтобы концентрации этих веществ в атмосферном воздухе не превышали предельно-допустимых значений.

Вытяжные шахты от систем местной вытяжной вентиляции размещаются на высоте не менее 2 м над кровлей более высокой части здания.

Приемные устройства для подачи приточного воздуха в помещения располагают на расстоянии 10 м по горизонтали от выбросов загрязненного воздуха в атмосферу.

Санитарно-гигиенический надзор за эксплуатацией производственной вентиляции

Контроль за содержанием и эксплуатацией вентиляции промышленных предприятий осуществляется при проведении предупредительного и текущего санитарного надзора.

Предупредительный санитарный надзор проводится при вводе в эксплуатацию:

- вновь смонтированных систем вентиляции;
- реконструированных систем вентиляции;
- нового технологического оборудования, новых химических веществ, которые могут оказать вредное влияние на организм человека или окружающую среду.

Обследование и оценка вентиляции при вводе в эксплуатацию новых и реконструированных систем проводится после полного завершения строительно-монтажных работ. Перед обследованием технологический процесс должен быть отлажен в соответствии с регламентом, производственное оборудование работать с проектной нагрузкой. Наладочная организация производит испытание вентиляционного оборудования на санитарно-гигиенический эффект и выдает на каждую систему паспорт с заключением о ее пригодности к эксплуатации.

Текущий санитарный надзор за системами вентиляции на действующих промышленных предприятиях осуществляется в виде санитарно-гигиенических обследований, объем и периодичность которых определяется врачом-гигиенистом, исходя из степени неблагоприятного воздействия производственной среды предприятия на организм работающих, лабораторных исследований воздушной среды в цехах, а также анализа общей и профессиональной заболеваемости работающих на предприятии.

Существуют прямые и косвенные методы оценки эффективности работы систем вентиляции.

К *косвенным методам* относятся: оценка параметров вредных веществ в воздухе рабочей зоны, микроклимата на соответствие их действующим санитарно-гигиеническим нормам.

К *прямым* — измеряемые параметры вентиляции:

- скорость и температура воздушных потоков, создаваемых вытяжной вентиляцией на рабочем месте, в открытых проемах и рабочих сечениях воздухоприемных устройств;

- скорость и температура воздуха в приточных струях воздухораспределительных насадок приточной системы вентиляции;
- шум- и вибрация элементов вентиляционного оборудования;
- расчет производительности вентиляционной системы;
- расчет воздухообмена в цеху;
- определение воздушного баланса в рабочем помещении.

Производительность вентиляционных систем определяют по формуле:

$$L = V_{\text{ср.}} \times F \times 3600,$$

где L — объем воздуха, подаваемого или извлекаемого вентиляционной установкой, м³/ч; $V_{\text{ср.}}$ — средняя скорость движения воздуха, м/с; F — площадь сечения внутри воздуховода, воздухоприемных, воздухораспределительных отверстий вентиляции, м².

В производственном помещении определяют *воздушный баланс* — разность между объемами воздуха, подаваемого приточной и вытяжной системами вентиляции.

Расчет объема воздуха по кратностям воздухообмена производят по формуле:

$$L = K_{\text{р.}} \times V,$$

где L — объем воздуха, подаваемого или удаляемого из помещения в течение часа, м³/ч; $K_{\text{р.}}$ — рекомендуемая кратность воздухообмена; V — объем вентилируемого помещения, м³.

Определение объема подаваемого в помещение воздуха осуществляют расчетным методом по формуле:

$$L = \frac{Z}{Z_{\text{y}} - Z_{\text{п}}},$$

где Z — количество вредных веществ, поступающих в воздух помещения, мг/м³; Z_{y} — содержание вредных веществ в воздухе удаляемом из помещения мг/м³; $Z_{\text{п}}$ — содержание вредных веществ в воздухе, подаваемом в помещение, мг/м³.

Если подаваемый в помещение воздух не содержит вредных веществ, то $Z_{\text{п}}$ принимается равным нулю. Содержание вредных веществ в удаляемом из рабочей зоны воздухе Z_{y} не должен превышать ПДК этого вещества в воздухе рабочей зоны, т. е. $Z_{\text{y}} = \text{ПДК}$.

В ходе проверки врач-гигиенист должен ознакомиться со следующими документами:

- утвержденным в установленном порядке проектом вентиляции, а также с перечнем отступлений от проекта, если таковые имеются;
- протоколами технических испытаний и наладки вентиляционных систем;
- паспортами на каждую вентиляционную систему;
- графиками планово-предупредительного ремонта;
- инструкциями по эксплуатации вентиляции;

– журналами эксплуатации и ремонта вентиляционного оборудования.

Все вентиляционные установки, как вновь оборудованные, так и вводимые в эксплуатацию после реконструкции или капитального ремонта, подвергаются приемочным инструментальным испытаниям с определением их санитарно-гигиенической эффективности. Инструментальные испытания проводятся наладочной организацией, которая определяет следующие параметры вентиляции: скорость воздушных потоков в воздуховодах, температуру подаваемого воздуха, производительность вентилятора, шум и вибрацию элементов вентиляционной системы, концентрацию вредных веществ в приточном воздухе и в воздухе рабочей зоны.

Если исследуемые параметры вентиляции соответствуют паспортным данным и проведенные лабораторные исследования воздушной среды на рабочих местах не выявили превышения ПДК вредных веществ, то на систему оформляется по определенной форме паспорт. В него заносятся все проводимые в дальнейшем изменения в вентиляционной системе, а также результаты последних технических и гигиенических испытаний вентиляционного оборудования, которые в соответствии с СанПиН № 2.2.113-5-2006 РБ «Гигиенические требования к проектированию, содержанию и эксплуатации промышленных предприятий» проводятся **не реже 1 раза в 3 года**.

Порядок эксплуатации и ухода за вентиляционным оборудованием на каждом предприятии должен быть установлен в соответствии со специально разработанными для этих целей инструкциями, которые должны содержать указания о способах регулирования вентиляционной системы в зависимости от режима работы цеха в течение рабочего дня, времени года, при различных метеоусловиях. Кроме того, в ней указываются сроки чистки воздуховодов, вентиляторов, а также сроки проведения планово-предупредительного ремонта.

На каждую вентиляционную систему оформляется журнал эксплуатации и ремонта, в котором должны быть отметки лиц, выполнявших и принявших ремонтные работы. Данные журналы хранятся у начальника цеха, остальная документация на вентиляционное оборудование находится в отделе главного энергетика.

Оценка санитарно-гигиенической эффективности вентиляции

Оценка санитарно-гигиенической эффективности механической вентиляции производственного помещения должна проводиться в следующем порядке:

1. Проверяется содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны и микроклиматические параметры воздуха в помещении, для чего анализируются данные лабораторных и инструментальных исследований воздушной среды и микроклимата производственного помещения.

При несоответствии указанных параметров воздушной среды требованиям санитарных норм и правил проверяется соответствие технологического процесса регламенту, контролируется исправность технологического оборудования. Если выявлены нарушения — даются указания по их устранению.

2. Проводится обследование вентиляционной системы, ее элементов, при котором необходимо убедиться в нормальной работе вентилятора (правильное направление его вращения, отсутствие посторонних шумов), в отсутствии разрывов и повреждений в сети воздуховодов, в исправности воздухораспределительных и воздухоприемных устройств, в исправном состоянии воздухозаборных устройств (жалюзи, решетки и т. д.).

После устранения выявленных нарушений целесообразно провести повторные исследования воздушной среды и инструментальные исследования параметров микроклимата. При повторном отклонении параметров производственной среды от нормируемых величин следует приступить к инструментальному обследованию вентиляции, которое выполняется силами наладочной организации.

Результаты инструментального обследования основных параметров вентиляции сопоставляются с проектными величинами. Если фактические характеристики вентиляционной системы совпадают с проектными, но содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны превышает ПДК, работа вентиляции оценивается как неудовлетворительная. В этом случае врач-гигиенист должен указать на необходимость пересмотра проекта вентиляции с учетом фактического режима работы технологического оборудования.

При несовпадении фактических значений параметров вентиляции с проектными врачом-гигиенистом составляется предписание о доведении параметров вентиляции до проектных значений с указанием сроков исполнения. После чего проводятся повторные измерения параметров вентиляционных систем и состояния воздушной среды производственного помещения.

Кроме того, целесообразно при обследовании местных отсосов наблюдать воздушные потоки с помощью, например, бумажных полосок, с целью выявления картины поступления воздуха к воздухоприемному отверстию и оценки правильности выбора конструкции, размеров и расположения местного отсоса относительно источника вредных выделений, а также выявления возможного нарушения работы отсоса действием приточных вентиляционных струй.

Методика санитарно-гигиенического обследования производственной вентиляции

Одним из разделов работы врача по текущему санитарному надзору является контроль за содержанием и эксплуатацией производственных

систем вентиляции. Задача врача-гигиениста при обследовании действующих вентиляционных сооружений состоит в установлении соответствия состояния воздушной среды производственного помещения требованиям СанПиН № 2.2.113-5-2006 РБ «Гигиенические требования к проектированию, содержанию и эксплуатации промышленных предприятий», оценке достаточности создаваемого вентиляцией воздухообмена, выявлении целесообразности имеющейся схемы вентиляции или ее отдельных конструктивных звеньев.

Для этого врач-гигиенист должен:

1. Ознакомиться с технологическим процессом участка, цеха и т. д.
2. Выявить неблагоприятные факторы производственной среды, воздействие которых на работающих может быть уменьшено с применением системы вентиляции.

3. Оценить существующую в производственном помещении механическую систему вентиляции по следующим пунктам:

- приточная система вентиляции и ее конструктивные особенности (местная, общеобменная, расположение воздуховодов, характеристика воздухораспределителей, и т. д.);

- вытяжная вентиляция и ее конструктивные особенности (местная, общеобменная, расположение воздуховодов, тип местных вытяжных укрытий).

4. Начертить схему производственного помещения с нанесением вентиляции с целью определения ее пригодности для борьбы с вредными производственными факторами.

5. Оценить эффективность работы вентиляции производственного помещения:

- по параметрам воздушной среды в соответствии с СанПиН № 11-19-94 РБ «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ» и СанПиН № 9-80-98 РБ «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (температура, влажность воздуха на рабочих местах, концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны);

- по параметрам вентиляции (скорость движения воздуха во всасывающем отверстии вытяжной вентиляции, температура и скорость движения воздуха в рабочих проемах приточной вентиляции);

- по воздушному балансу и кратности воздухообмена в помещении.

6. Составить заключение по результатам полученных материалов и наметить мероприятия по улучшению работы вентиляционных установок производственного помещения.

7. По результатам проверки оформить акт санитарно-гигиенического обследования производственного помещения, в котором отразить:

- название цеха, участка и др.;

- число работающих, основные профессии, их половой и возрастной состав;
- характеристика обследуемого производственного помещения (тип, количество пролетов, наличие естественного освещения, площадь, кубатура);
- схема производственного помещения со спецификацией технологического оборудования и функционирующих вентиляционных систем цеха;
- краткое описание технологического процесса с перечислением выделяющихся в воздух рабочей зоны вредных химических веществ и их параметрами;
- периодичность поступления вредных химических веществ, пыли, избытков тепла в воздух рабочей зоны (постоянное или периодическое, локализованное или рассеянное);
- система вентиляции в цеху: общеобменная приточная или приточно-вытяжная, местная вытяжная или приточная;
- расположение и санитарная характеристика мест забора приточного воздуха и выброса отработанного;
- устройства для обработки подаваемого в помещение воздуха и их техническая характеристика (очистка, подогрев и т. д.);
- расположение воздухораспределительных насадок приточной системы вентиляции в цехе, их санитарное состояние;
- температура и скорость движения подаваемого воздуха (у приточного отверстия воздуховода);
- характеристика местной вытяжной вентиляции, скорость движения воздуха в проемах укрытий;
- характеристика местной приточной вентиляции, скорость движения и температура воздуха, подаваемого местной приточной вентиляцией;
- воздушный баланс в помещении (соотношение количества подаваемого и удаляемого воздуха);
- характеристика вредных производственных факторов в помещениях, находящихся рядом, возможность взаимопроникновения вредностей из одного помещения в другое;
- температура, влажность и скорость движения воздуха на рабочих местах;
- данные лабораторных и инструментальных исследований воздуха рабочей зоны в помещении;
- перечень выявленных нарушений требований СанПиН № 2.2.113-5-2006 РБ «Гигиенические требования к проектированию, содержанию и эксплуатации промышленных предприятий».

8. С целью устранения выявленных нарушений оформить предписание с указанием сроков их выполнения.

Задание для самостоятельной работы студентов

1. Изучить нормативные документы по проведению текущего и предупредительного санитарного надзора за содержанием и эксплуатацией вентиляционного оборудования (СанПиН № 2.2.113-5-2006 РБ «Гигиенические требования к проектированию, содержанию и эксплуатации промышленных предприятий», СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»).
2. Провести санитарно-гигиеническое обследование вентиляционного цеха.
3. Оформить акт санитарно-гигиенического обследования вентиляционных систем цеха.
4. Оформить предписание по устранению выявленных нарушений с указанием сроков исполнения.
5. Решить ситуационные задачи.

Ситуационные задачи

Задание:

Оформить условие задач 1–5 в виде протокола.

| № п/п | Рабочее место | Профвредность | Концентрации, уровни (ПДУ, ПДК) | | |
|-------|---------------|---------------|---------------------------------|-----|------------|
| | | | Факт | ПДУ | Превышение |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |

1. Оценить эффективность работы вентиляционной системы цеха, для чего провести гигиеническое нормирование вредных факторов производственной среды.
2. Предложить оздоровительные мероприятия по улучшению условий труда работающих.

Задача № 1

В кузнечном отделении при помощи молота нагретые до красного свечения слитки металла подвергаются ковке и штамповке. При этом кузнец подвергается воздействию теплового излучения мощностью 1800 Вт/м^2 , температура воздуха рабочей зоны достигает $28 \text{ }^\circ\text{C}$.

Помещение кузницы находится на 1 этаже двухэтажного производственного здания, в котором расположены кузнечный молот и нагревательная печь. Организованный воздухообмен в отделении — проветривание помещения в летнее время через окна расположенные на уровне 1,5 м от земли. Температура наружной поверхности нагревательной печи составляет $65 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задача № 2

В малярном цехе производится окраска деталей и узлов мелкого и среднего размера методом пневматического распыления с применением свинецсодержащей краски ПФ-115М. Технологический процесс осуществляется в 4-х вытяжных шкафах. Приточная система вентиляция отсутствует, вследствие чего в помещении отмечается отрицательный баланс воздуха. При лабораторном контроле установлено, что содержание аэрозоля свинца в воздухе рабочей зоны составляет $0,03 \text{ мг}^3$, паров ксилола — 150 мг^3 .

Задача № 3

В травильном отделении производится травление металлических изделий раствором серной кислоты. Неблагоприятным фактором загрязняющим воздух рабочей зоны являются пары серной кислоты, составляющие $2,5 \text{ мг/м}^3$.

Травильный цех расположен в помещении размером $16 \times 8 \text{ м}$, высота $5,5 \text{ м}$ и оборудован 4-мя травильными ваннами, оборудованными местной вытяжной вентиляцией, в виде зонтов производительность каждого — $3000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Приточная вентиляция общая с подачей приточного воздуха в верхнюю зону. Объем поступающего воздуха — $15000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Задача № 4

В выбивном отделении литейного цеха выбивка изделий из опок производится на 2-х выбивных решетках, которые оборудованы местной вытяжной вентиляцией в виде зонтов. Приток наружного воздуха осуществляется вертикальными струями общеобменной механической вентиляции в верхнюю зону через щелевидные отверстия в воздуховодах.

На рабочем месте выбивальщика кремнесодержащая пыль составляет 6 мг/м^3 (70 % SiO_2 в навеске), температура воздуха рабочей зоны в летнее время достигает $35 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задача № 5

Ручная дуговая сварка деталей производится в кабине, которая оборудована местной механической вытяжной вентиляцией в виде зонта, расположенного непосредственно над столом сварки. Согласно лабораторных данных содержание двуокиси марганца в воздухе рабочей зоны составляет $0,4 \text{ мг/м}^3$, оксид железа — $0,3 \text{ мг/м}^3$.

Задача № 6

Определить объем воздуха, подаваемого в помещение окрасочного участка, необходимого для разбавления до допустимых концентраций выделяющихся в ходе технологического процесса растворителей: ацетона —

150 г/ч, ксилола — 100 г/ч, толуола — 80 г/ч. На участке имеется общеобменная приточно-вытяжная вентиляция с количеством подаваемого воздуха 4500 м³/ч. Содержание паров растворителей в приточном воздухе: ацетона — 5 мг/м³, ксилола — 5 мг/м³, толуола — 8 мг/м³.

Литература

1. *Алексеев, С. В.* Гигиена труда : учеб. / С. В. Алексеев, В. Р. Усенко. М.: Медицина. 1988. С. 85–310.
2. *Руководство к лабораторным занятиям по гигиене труда / под ред. Ф. В. Кириллова.* М.: Медицина. 1993. С. 168–186.
3. *Руководство к практическим занятиям по гигиене труда / под ред. В. Ф. Кириллова.* М.: Медицина. 2001. С. 332–351.
4. *СанПин № 2.2.113-5-2006 РБ «Гигиенические требования к проектированию, содержанию и эксплуатации производственных предприятий».*
5. *СНиП 2.04.05.-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».*

Оглавление

| | |
|--|----|
| Мотивационная характеристика темы | 3 |
| Учебный материал (<i>М. В. Галицкая, Л. М. Бондаренко</i>) | 4 |
| Виды производственной вентиляции | 5 |
| Организация воздухообмена на промышленных предприятиях | 11 |
| Санитарно-гигиенический надзор за эксплуатацией производственной вентиляции (<i>М. В. Галицкая</i>) | 15 |
| Оценка санитарно-гигиенической эффективности вентиляции | 17 |
| Методика санитарно-гигиенического обследования производственной вентиляции (<i>М. В. Галицкая</i>) | 18 |
| Задание для самостоятельной работы студентов (<i>М. В. Галицкая</i>) | 21 |
| Ситуационные задачи (<i>М. В. Галицкая</i>) | 21 |
| Литература | 23 |