МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ
(Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

Кафедра физической культуры,
спорта и техносферной безопасности

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ГИГИЕНА ТРУДА

ЧАСТЬ 1

Учебное пособие

Зерноград – 2024

УДК 621.32.001.24

Печатается по решению методической комиссии
по направлению подготовки «Техносферная безопасность»
Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ

Рецензенты:
декан энергетического факультета
Азово-Черноморского инженерного института,
кандидат технических наук, доцент ***Украинцев М.М.,***
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Электроэнергетика и теплоэнергетика»
Азово-Черноморского инженерного института ***Головинов В.В.***

Производственная санитария и гигиена труда. Часть 1: учебное пособие / Н.В. Петренко, И.В. Егорова, С.М. Пятикопов, И.Э. Липкович. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2024. – 236 с.

В учебном пособии рассмотрены порядок расследования профессиональных заболеваний, виды ответственности за нарушение санитарного законодательства, вопросы оказания первой помощи пострадавшим на производстве, личной гигиены на предприятии, дезинфекция, дезинсекция, дератизация, режимы работ в холодный период года на открытой территории или в неотапливаемом помещении, метод вероятностной обработки результатов определения концентрации аэрозолей и вредных веществ, расчетный метод определения $К_{СС}$, расчет систем вентиляции и кондиционирования воздуха, метод обработки результатов измерений виброакустических параметров.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Техносферная безопасность» профиля «Безопасность технологических процессов и производств».

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры ФКС и ТБ.
Протокол № 5 от 23.01.2024 г.

Рассмотрено и одобрено методическим советом энергетического факультета.
Протокол № 2 от 24.01.2024 г.

© Н.В. Петренко, И.В. Егорова,
С.М. Пятикопов, И.Э. Липкович, 2024
© Азово-Черноморский инженерный
институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…… 6
1 САНИТАРНОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО…… 7
1.1 Расследование профессиональных заболеваний……. 7
1.2 Ответственность за нарушение санитарного законодательства…. 25
1.3 Первая помощь пострадавшим на производстве……. 32
1.3.1 Перечень состояний, при которых оказывается первая помощь……. 34
1.3.2 Перечень мероприятий по оказанию первой помощи….. 34
1.3.3 Аптечка и приемы первой помощи пострадавшим на производстве……. 36
1.4 Личная гигиена на предприятии…….. 41
1.5 Дезинфекция, дезинсекция, дератизация…….. 54
1.5.1 Дезинфекция…….. 54
1.5.2 Дезинсекция…… 59
1.5.3 Дератизация…… 62
2 РЕЖИМ РАБОТ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА НА ОТКРЫТОЙ ТЕРРИТОРИИ ИЛИ В НЕОТАПЛИВАЕМОМ ПОМЕЩЕНИИ….. 65
3 МЕТОД ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ АЭРОЗОЛЕЙ И ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ. РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ $К_{СС}$……. 82
3.1 Контроль соответствия максимальным ПДК……. 85
3.2 Контроль за соблюдением среднесменной ПДК…… 87
3.2.1 Требования к проведению контроля……... 87
3.2.2 Вероятностный метод обработки данных контроля……. 89
3.2.3 Расчетный метод определения среднесменной концентрации…… 91
4 РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА…… 99
4.1 Расчет потоков вредных выделений в помещениях общественных зданий……... 99
4.1.1 Теплоизбытки в помещении…… 99
4.1.2 Влаговыделения в помещении…… 106
4.1.3 Газовые выделения в помещении……... 108
4.2 Расчет требуемых воздухообменов помещения здания. Выбор расчетного воздухообмена……... 114
4.2.1 Расчет по избыткам явной теплоты…… 114
4.2.2 Выбор расчетного воздухообмена…….. 119
4.2.3 Построение процессов изменения состояния воздуха на I-d-диаграмме и определение фактических параметров внутреннего воздуха при вентиляции……... 125

4.3 Расчет воздухообменов по нормам кратности……... 128
4.3.1 Нормы кратности…….. 128
4.3.2 Правила расчета воздухообмена в помещениях по кратности…….. 129
4.4 Расчет вентиляции горячих цехов предприятий общественного питания……. 132
4.4.1 Местные отсосы…… 132
4.4.2 Вентилируемые потолки…….. 135
4.4.3 Механические фильтры……... 136
4.4.4 Расчет воздушного баланса помещения……. 137
4.4.5 Общеобменная вытяжная система…….. 141
4.4.6 Приточные вентиляционные системы…… 141
4.4.7 Воздуховоды……. 143
4.4.8 Вентиляторы……. 144
4.4.9 Требования к системе пожарной безопасности……. 144
4.4.10 Пример расчета……... 146
4.5 Расчет систем кондиционирования воздуха…… 150
4.5.1 Исходные данные для разработки систем кондиционирования……. 150
4.5.2 Расчет теплового баланса помещения…… 153
4.5.3 Упрощенная экспресс-методика расчета теплопритоков 159
4.5.4 Расчет тепловлажностного баланса помещения…… 160
4.5.5 Расчет воздухообмена…….. 163
4.5.6 Аэродинамический расчет воздушных сетей…… 174
4.5.7 Гидравлический расчет жидкостных коммуникаций…... 179
4.5.8 Разработка системы кондиционирования помещения бухгалтерии на базе кондиционеров сплит-систем……. 182
4.5.9 Разработка системы кондиционирования административного помещения на базе кондиционера сплит-системы с притоком…….. 184
4.5.10 Разработка системы кондиционирования группы административных помещений на базе чиллера-фанкойлов……. 190
4.5.11 Выбор шкафного кондиционера для производственного помещения…….. 197
5 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ……. 210
5.1 Определение среднего уровня звука……... 210
5.2 Расчет эквивалентного уровня звука……... 211
5.2.1 Пример № 1 расчета эквивалентного уровня звука….. 220
5.2.2 Пример № 2 расчета эквивалентного уровня звука….. 221

5.3 Расчет эквивалентного уровня звука упрощенным методом... 222
5.3.1 Пример № 3 расчета эквивалентного уровня звука….. 222
5.3.2 Пример № 4 расчета эквивалентного уровня звука….. 223
5.4 Расчета эквивалентного уровня инфразвука…….. 223

ЛИТЕРАТУРА……... 224
ПРИЛОЖЕНИЯ……. 226
ПРИЛОЖЕНИЕ 1…….. 227
ПРИЛОЖЕНИЕ 2…….. 229
ПРИЛОЖЕНИЕ 3…….. 233
ПРИЛОЖЕНИЕ 4…….. 235

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения учебной дисциплины «Производственная санитария и гигиена труда» для профиля «Безопасность технологических процессов и производств» и направления подготовки бакалавров «Техносферная безопасность» является приобретение теоретических знаний и практических навыков защиты работающих от вредных факторов производственной среды и трудового процесса, необходимых для сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе труда. Для этого студенты должны научиться устанавливать и определять вредные факторы в производственной среде и источники их возникновения, оценивать параметры этих факторов, применять способы и методы по их уменьшению и устранению.

Изучение материалов учебного пособия направлено на формирование следующих ***профессиональных компетенций выпускников и индикаторов их достижения:***

– способность использования основных программных средств, умение пользоваться глобальными информационными ресурсами, владение современными средствами телекоммуникаций, способность использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач **(ОК-12)**;

– способность организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды **(ПК-11)**;

– способность ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности **(ПК-19)**.

1 САНИТАРНОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО

1.1 Расследование профессиональных заболеваний

Профессиональное заболевание – острое или хроническое заболевание работающего, являющееся результатом воздействия на него вредного(ых) производственного(ых) фактора(ов) при выполнении им трудовых обязанностей и повлекшее временную или стойкую утрату им профессиональной трудоспособности, официально расследованное, диагностированное, входящее в специальный нормативно установленный перечень профессиональных заболеваний, подлежащее учету и компенсации [3].

Профессиональные заболевания – заболевания, возникающие в результате воздействия вредных производственных факторов [4, 5].

Расследованию и учету подлежат острые и хронические профессиональные заболевания (отравления), возникновение которых у работников и других лиц обусловлено воздействием вредных производственных факторов при выполнении ими трудовых обязанностей или производственной деятельности по заданию организации или индивидуального предпринимателя.

К работникам относятся:

– работники, выполняющие работу по трудовому договору (контракту);

– граждане, выполняющие работу по гражданско-правовому договору;

– студенты образовательных учреждений высшего профессионального образования, учащиеся образовательных учреждений среднего, начального профессионального образования и образовательных основного общего образования, работающие по трудовому договору – контракту во время производственной практики в организациях;

– лица, осужденные к лишению свободы и привлекаемые к труду;

– другие лица, участвующие в производственной деятельности организации или индивидуального предпринимателя.

Профессиональные заболевания могут быть острыми и хроническими.

Под **острым профессиональным заболеванием (отравлением)** понимается заболевание, являющееся, как правило, результатом однократного (в течение не более одного рабочего дня, одной рабочей смены) воздействия на работника вредного производственного фактора (факторов), повлекшее временную или стойкую утрату профессиональной трудоспособности.

Под **хроническим профессиональным заболеванием (отравлением)** понимается заболевание, являющееся результатом длительного воздействия на работника вредного производственного фактора (факторов), повлекшее временную или стойкую утрату профессиональной трудоспособности.

Профессиональное заболевание может развиться через длительный срок после прекращения работы в контакте с вредным, опасным веществом и производственным фактором (пыли фитогенного действия, канцерогенно опасные вещества и т.п.). К профессиональным могут быть отнесены также болезни, в развитии которых профессиональное заболевание является фоном

или фактором риска (например, рак легких, развившийся на фоне асбестоза, силикоза или пылевого бронхита).

Все лица с выявленными профессиональными заболеваниями (отравлениями) либо отклонениями от нормального состояния здоровья, которые можно связать с профессиональным фактором, находятся на диспансерном наблюдении у лечащего врача или врача-специалиста по профилю либо у врача-профпатолога.

Профессиональное заболевание, возникшее у работника, подлежащего обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, является страховым случаем.

С 1 марта 2023 года работодатели должны расследовать случаи профессиональных заболеваний по новым правилам, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 05.07.2022 № 1206. Порядок изменился. Например, для проведения экспертизы работника в Центре профпатологии понадобятся копии протоколов лабораторных испытаний при осуществлении производственного контроля на рабочем месте, а работу комиссии на предприятии нужно будет завершить в течение 30 рабочих дней.

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 05.07.2022 № 1206 «О порядке расследования и учета случаев профессиональных заболеваний работников» расследование и учет проводятся в отношении профессионального заболевания (отравления), возникшего у работника в результате однократного (в течение не более одного рабочего дня, одной рабочей смены) воздействия на работника вредного производственного фактора (факторов), повлекшего временную или стойкую утрату им профессиональной трудоспособности и (или) его смерть, или в результате длительного воздействия на работника вредного производственного фактора (факторов), повлекшего временную или стойкую утрату им профессиональной трудоспособности и (или) его смерть, при исполнении им трудовых обязанностей или выполнении какой-либо работы по поручению работодателя (его представителя), а также при осуществлении иных правомерных действий, обусловленных трудовыми отношениями с работодателем.

Работник имеет право на личное участие или участие через своих представителей в расследовании возникшего у него профессионального заболевания.

При установлении работнику предварительного диагноза – острое профессиональное заболевание – медицинская организация обязана в течение суток направить извещение об установлении указанного предварительного диагноза в органы государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора) в соответствии с их компетенцией по месту нахождения объекта, где работником выполнялась работа, и работодателю по форме, установленной Министерством здравоохранения Российской Федерации.

Работодатель направляет сведения, необходимые для составления санитарно-гигиенической характеристики условий труда работника, в орган государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора) в те-

чение суток со дня, следующего за днем получения извещения об установлении работнику предварительного диагноза – острое профессиональное заболевание.

Орган государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора) в течение суток со дня получения извещения об установлении работнику предварительного диагноза – острое профессиональное заболевание приступает к выяснению обстоятельств и причин возникновения заболевания путем проведения на рабочем месте необходимых экспертиз, лабораторно-инструментальных и других гигиенических исследований, опроса пострадавшего, свидетелей и направления запросов для получения необходимой информации от работодателя.

Орган государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора) на основании полученных данных в 2-недельный срок со дня получения извещения об установлении работнику предварительного диагноза – острое профессиональное заболевание в целях расследования профессионального заболевания работника составляет санитарно-гигиеническую характеристику условий труда работника и направляет ее в медицинскую организацию, направившую извещение об установлении работнику этого предварительного диагноза, которая в течение недели со дня получения санитарно-гигиенической характеристики условий труда работника направляет документы: выписка из медицинской карты пациента, получающего медицинскую помощь в амбулаторных условиях, и (или) медицинской карты стационарного больного; санитарно-гигиеническая характеристика условий труда, а также (при наличии) возражения к ней; копия трудовой книжки и (или) сведения о трудовой деятельности, предусмотренные статьей 66.1 Трудового кодекса Российской Федерации; карта эпидемиологического обследования (в случае заражения инфекционным или паразитарным заболеванием при выполнении профессиональных обязанностей) в специализированную медицинскую организацию или специализированное структурное подразделение медицинской организации в области профессиональной патологии при выявлении профессионального заболевания, для проведения экспертизы связи заболевания с профессией.

Для экспертизы связи острого профессионального заболевания с профессией работник направляется в Центр профессиональной патологии медицинской организацией, установившей предварительный диагноз – острое профессиональное заболевание, непосредственно после оказания работнику специализированной медицинской помощи с выдачей ему направления.

Санитарно-гигиеническая характеристика условий труда составляется в соответствии с установленными требованиями по форме и в порядке, которые утверждаются Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

При составлении санитарно-гигиенической характеристики условий труда учитываются результаты специальной оценки условий труда, результа-

ты производственного контроля, а также данные медицинских осмотров работников.

В случае если при выяснении обстоятельств и причин возникновения заболевания установлен факт осуществления работником профессиональной деятельности во вредных и опасных условиях труда на предыдущих местах работы, вклад данных периодов работы в возникновение профессионального заболевания отражается в санитарно-гигиенической характеристике условий труда. Методика оценки вклада периодов работы во вредных и опасных условиях труда на предыдущих местах работы устанавливается Министерством здравоохранения Российской Федерации.

В случае несогласия работодателя (его представителя) и (или) работника (его представителя) с содержанием санитарно-гигиенической характеристики условий труда работника работодатель (его представитель), работник вправе, письменно изложив свои возражения, приложить их к характеристике. Каждое возражение, приложенное к характеристике, рассматривается в индивидуальном порядке комиссией по расследованию случая профессионального заболевания в ходе её заседания.

При установлении предварительного диагноза – хроническое профессиональное заболевание – извещение об установлении работнику указанного предварительного диагноза направляется медицинской организацией в течение 3 рабочих дней со дня установления этого предварительного диагноза в орган государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора) и работодателю по форме, установленной Министерством здравоохранения Российской Федерации.

Работодатель направляет сведения, необходимые для составления санитарно-гигиенической характеристики условий труда работника, предусмотренные в соответствии с формой и порядком составления санитарно-гигиенической характеристики условий труда работника, в орган государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора) в течение 7 рабочих дней со дня, следующего за днем получения извещения об установлении работнику предварительного диагноза – хроническое профессиональное заболевание.

Орган государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора) в 2-недельный срок со дня получения извещения об установлении работнику предварительного диагноза – хроническое профессиональное заболевание представляет в медицинскую организацию, направившую извещение об установлении работнику указанного предварительного диагноза, санитарно-гигиеническую характеристику условий труда работника.

Медицинская организация, установившая предварительный диагноз – хроническое профессиональное заболевание, в месячный срок со дня получения санитарно-гигиенической характеристики условий труда работника обязана направить работника в Центр профессиональной патологии для прове-

дения экспертизы связи заболевания с профессией, а также для оказания (при наличии показаний) медицинской помощи с представлением вместе *с направлением следующих документов*:

а) выписка из медицинской карты пациента, получающего медицинскую помощь в амбулаторных условиях, и (или) медицинской карты стационарного больного;

б) сведения о результатах предварительного (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров;

в) санитарно-гигиеническая характеристика условий труда, а также (при наличии) возражения к ней;

г) копия трудовой книжки и (или) сведения о трудовой деятельности, предусмотренные статьей 66.1 Трудового кодекса Российской Федерации;

д) карта эпидемиологического обследования (в случае заражения инфекционным или паразитарным заболеванием при выполнении профессиональных обязанностей);

е) копии протоколов лабораторных испытаний, выполненных в ходе осуществления производственного контроля на рабочем месте работника (при наличии у работодателя).

Центр профессиональной патологии на основании клинических данных состояния здоровья работника и документов, указанных в пунктах 5 и 10 настоящих Правил, проводит экспертизу связи заболевания с профессией в соответствии с частью 6 статьи 63 Федерального закона "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации".

На основании результатов экспертизы Центр профессиональной патологии устанавливает заключительный диагноз – острое профессиональное заболевание или хроническое профессиональное заболевание (возникшее в том числе спустя длительный срок после прекращения работы в контакте с вредными веществами или производственными факторами), составляет медицинское заключение о наличии или об отсутствии профессионального заболевания в 4 экземплярах и в течение 3 рабочих дней со дня составления медицинского заключения направляет извещение об установлении заключительного диагноза – острое профессиональное заболевание или хроническое профессиональное заболевание, его уточнении в орган государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора), работодателю, в медицинскую организацию, направившую работника, и в Фонд социального страхования Российской Федерации.

Один экземпляр извещения о заключительном диагнозе хранится в медицинской документации работника в Центре профессиональной патологии в соответствии с законодательством об архивном деле Российской Федерации.

Медицинское заключение в течение 3 рабочих дней со дня составления медицинского заключения выдается Центром профессиональной патологии работнику под расписку, направляется страховщику и в медицинскую организацию, направившую работника.

Один (четвертый) экземпляр медицинского заключения хранится в медицинской документации работника в Центре профессиональной патологии в соответствии с законодательством об архивном деле Российской Федерации.

Установленный заключительный диагноз – острое профессиональное заболевание или хроническое профессиональное заболевание может быть изменен или отменен Центром профессиональной патологии на основании результатов дополнительно проведенных исследований и повторной экспертизы по инициативе работника, работодателя (их представителей), а также медицинских организаций.

В целях изменения или отмены установленного диагноза – острое профессиональное заболевание или хроническое профессиональное заболевание работник, работодатель, медицинская организация (их законные представители) могут обратиться в Центр профессиональной патологии с заявлением о проведении экспертизы связи заболевания с профессией в свободной форме с приложением документов, указанных ранее. Заявление работника также должно содержать его согласие на запрос документации, необходимой для проведения экспертизы связи заболевания с профессией.

На основании заявления (если заявление подано в Центр профессиональной патологии, ранее не проводивший экспертизу связи заболевания с профессией конкретного работника) Центр профессиональной патологии при необходимости запрашивает у Центра профессиональной патологии, выдавшего медицинское заключение, копии документов, указанных ранее.

Рассмотрение особо сложных случаев профессиональных заболеваний возлагается на Центр профессиональной патологии, определяемый Министерством здравоохранения Российской Федерации.

Извещение о заключительном диагнозе при изменении или отмене диагноза профессионального заболевания направляется Центром профессиональной патологии в орган государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора), работодателю, страховщику и в Центр профессиональной патологии, установивший заключительный диагноз профессионального заболевания, в течение 7 рабочих дней после принятия решения об изменении или отмене диагноза профессионального заболевания.

Один экземпляр извещения об изменении или отмене диагноза профессионального заболевания хранится в медицинской документации работника в Центре профессиональной патологии в соответствии с законодательством об архивном деле в Российской Федерации.

В случае отмены медицинского заключения о наличии (отсутствии) профессионального заболевания акт о случае профессионального заболевания по форме согласно приложению постановления Правительства РФ от 05.07.2022 № 1206 «О порядке расследования и учета случаев профессиональных заболеваний работников» признается органом государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора) недействительным на основании полученного извещения об отмене диагноза профессионального заболевания.

Работодатель обязан организовать расследование обстоятельств и причин возникновения у работника профессионального заболевания.

Работодатель в течение 10 рабочих дней со дня получения извещения о заключительном диагнозе образует комиссию, возглавляемую руководителем (заместителем руководителя) органа государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора).

В состав комиссии входят представитель работодателя, специалист по охране труда или лицо, назначенное работодателем ответственным за организацию работы по охране труда, представитель Центра профессиональной патологии, установившего заключительный диагноз – острое профессиональное заболевание или хроническое профессиональное заболевание, представитель выборного органа первичной профсоюзной организации или иного уполномоченного работниками представительного органа (при наличии) и страховщика (по согласованию). В состав комиссии также включаются с их согласия представители работодателей по прежним местам работы работника во вредных и опасных условиях труда, вклад которых в возникновение профессионального заболевания отражен в санитарно-гигиенической характеристике условий труда или установлен в результате рассмотрения возражений к содержанию санитарно-гигиенической характеристики условий труда.

В расследовании могут принимать участие другие специалисты, при этом число членов комиссии должно быть нечетным.

Член комиссии (включая председателя комиссии) должен быть заменен организацией (органом), направившей этого члена комиссии для участия в расследовании, в срок, не превышающий 3 рабочих дней после принятия решения о замене этого члена комиссии, в том числе по предложению председателя комиссии, в следующих случаях:

а) уклонение без уважительных причин от участия в работе комиссии при подтверждении надлежащего информирования члена комиссии о работе комиссии;

б) невозможность исполнять свои обязанности по причине временной нетрудоспособности либо смерти;

в) увольнение (освобождение от занимаемой должности).

Документы, подтверждающие замену члена комиссии (включая председателя комиссии), с указанием причины принятого решения, приобщаются к материалам расследования. Работодателем (его представителем) в течение суток после получения письменного уведомления о замене члена комиссии (включая председателя комиссии) вносятся изменения в приказ (распоряжение) об образовании комиссии, который приобщается к материалам расследования.

Комиссия обязана завершить расследование в течение 30 рабочих дней со дня своего создания.

Работодатель обязан обеспечить условия работы комиссии и завершение расследования в установленный настоящими Правилами срок.

Профессиональное заболевание, возникшее у работника, направленного для выполнения работы у другого работодателя, расследуется комиссией, образованной в той организации, где произошел указанный случай профессионального заболевания. В состав комиссии входит представитель работодателя, направившего работника. Неприбытие или несвоевременное прибытие указанного полномочного представителя не является основанием для изменения сроков расследования.

Профессиональное заболевание, возникшее у работника при выполнении работы по совместительству, расследуется и учитывается по месту, где выполнялась работа по совместительству.

Расследование в отношении работников, не имеющих на момент расследования контакта с вредным производственным фактором, вызвавшим профессиональное заболевание, в том числе у неработающих, проводится по месту прежней работы с вредным производственным фактором, вызвавшим это профессиональное заболевание. В случае если работодатель к моменту расследования ликвидирован (прекратил деятельность), организацию расследования осуществляет орган государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора), осуществляющий соответствующий контроль (надзор).

Для проведения расследования работодатель обязан:

а) представлять документы и материалы, в том числе архивные, характеризующие условия труда на рабочем месте (участке, в цехе);

б) проводить по требованию членов комиссии за счет собственных средств с целью оценки условий труда на рабочем месте необходимые экспертизы, лабораторно-инструментальные и другие гигиенические исследования;

в) обеспечивать сохранность и учет документации по расследованию профессиональных заболеваний.

В процессе расследования комиссия опрашивает лиц, работавших с работником, и других лиц, а также получает необходимую информацию от работодателя и заболевшего работника.

Результаты объяснений работника, опросов лиц, работавших с ним, и других лиц оформляют в виде протокола.

Для принятия решения по результатам расследования представляются следующие документы:

а) приказ (распоряжение) о создании комиссии (локальный акт);

б) санитарно-гигиеническая характеристика условий труда работника;

в) медицинское заключение;

г) извещение о заключительном диагнозе;

д) медицинские заключения по результатам обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров;

е) выписка из журналов регистрации инструктажей и протоколов проверки знаний работника по охране труда;

ж) протоколы объяснений работника, опросов лиц, работавших с ним, и других лиц;

з) экспертные заключения специалистов, результаты исследований и экспериментов;

и) копии документов, подтверждающих выдачу работнику средств индивидуальной защиты;

к) выписки из ранее выданных по данному производству (объекту) предписаний органа государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора);

л) другие материалы по усмотрению комиссии, в том числе выписка из медицинской карты пациента, получающего медицинскую помощь в амбулаторных условиях, в медицинской организации, к которой он прикреплен для медицинского обслуживания.

Документы для принятия решения по результатам расследования могут быть также представлены в форме электронного документа в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Комиссия также вправе запросить проведение лабораторно-инструментальных и гигиенических исследований.

В случае необходимости при работе с архивными документами и материалами, а также при проведении лабораторно-инструментальных и гигиенических исследований срок расследования может быть увеличен, но не более чем на 30 рабочих дней.

На основании рассмотрения документов комиссия устанавливает обстоятельства и причины профессионального заболевания работника, определяет лиц, допустивших нарушения государственных санитарно-эпидемиологических правил или иных нормативных актов, и меры по устранению причин возникновения и предупреждению профессиональных заболеваний.

Если комиссией установлено, что грубая неосторожность работника содействовала возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, с учетом мотивированного мнения выборного органа первичной профсоюзной организации или иного уполномоченного работниками представительного органа (заключения выборного органа первичной профсоюзной организации или иного уполномоченного работниками представительного органа) комиссия устанавливает степень вины работника (в процентах).

В случае если при выяснении обстоятельств и причин возникновения заболевания установлен факт осуществления работником профессиональной деятельности во вредных и опасных условиях труда по предыдущим местам работы, комиссией устанавливается вклад данных периодов работы в возникновение профессионального заболевания (в процентах).

В целях выработки единого решения проводятся заседания комиссии. Заседания комиссии могут проходить как в очной форме, так и с использованием средств дистанционного взаимодействия. По итогам заседания оформляется протокол, который подписывается председателем комиссии и приобщается к материалам расследования.

По результатам расследования комиссия составляет акт, который подписывается членами комиссии и утверждается ее председателем.

В случае разногласий, возникших между членами комиссии (включая председателя комиссии) в ходе расследования, решение принимается большинством голосов членов комиссии (включая председателя комиссии) с оформлением в произвольной форме протокола заседания комиссии, который приобщается к материалам расследования.

При этом члены комиссии, включая председателя комиссии, не согласные с принятым решением, подписывают акт (протокол заседания комиссии в случае, если акт не оформляется) с изложением своего аргументированного особого мнения, которое приобщается к материалам расследования.

В случаях отказа члена комиссии, включая председателя комиссии, от подписания или утверждения документов, необходимых для расследования, комиссией в произвольной форме оформляется и подписывается протокол заседания комиссии с указанием причины отказа члена комиссии, включая председателя комиссии, от подписания или утверждения соответствующих документов. Копия протокола направляется председателем комиссии в организацию (орган), представителем которого является лицо, участвующее в работе комиссии.

Если комиссия пришла к заключению о том, что заболевание работника не связано с воздействием вредного производственного фактора (факторов) на рабочем месте, и (или) было получено работником не при исполнении трудовых обязанностей по определенной условиями трудового договора профессии (должности), в этом случае акт не составляется, а составляется соответствующий протокол заседания комиссии по форме, установленной Министерством здравоохранения Российской Федерации, копия которого направляется председателем комиссии в организации (органы), представители которых участвовали в работе комиссии.

Лица, принимающие участие в расследовании, несут предусмотренную законодательством Российской Федерации ответственность за разглашение конфиденциальных сведений, персональных данных, касающихся состояния здоровья, полученных в результате расследования.

Работодатель в месячный срок со дня составления комиссией акта обязан на основании этого акта издать организационно-распорядительный документ о конкретных мерах по предупреждению профессиональных заболеваний.

Об исполнении решений комиссии работодатель письменно сообщает в орган государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора).

Акт является документом, подтверждающим профессиональный характер заболевания, возникшего у работника в результате воздействия вредного производственного фактора (факторов) на его рабочем месте.

Акт составляется в течение 3 рабочих дней по истечении срока расследования в 5 экземплярах, предназначенных для работника, работодателя, органа государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора), Центра профессиональной патологии и страховщика. Акт подписывается членами комиссии, утверждается руководителем (заместителем руководите-

ля) органа государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора) и заверяется его печатью.

В акте подробно излагаются обстоятельства и причины профессионального заболевания, а также указываются лица, допустившие нарушения государственных санитарно-эпидемиологических правил или иных нормативных актов.

В случае установления факта грубой неосторожности работника, содействовавшей возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, указывается установленная комиссией степень его вины (в процентах).

Копия заключения выборного органа первичной профсоюзной организации или иного уполномоченного работниками представительного органа о степени вины работника при установлении факта грубой неосторожности прилагается к акту.

В случае установления вклада профессиональной деятельности во вредных и опасных условиях труда по предыдущим местам работы в возникновение профессионального заболевания в акте указывается процент вклада указанных мест работы в возникновение профессионального заболевания.

Акт вместе с материалами расследования хранится в органе государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора) и у работодателя в соответствии с законодательством об архивном деле в Российской Федерации.

Профессиональное заболевание учитывается органом государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора), проводившим расследование, в порядке, устанавливаемом Министерством здравоохранения Российской Федерации.

Разногласия по вопросам установления диагноза профессионального заболевания и его расследования могут быть рассмотрены в досудебном порядке или обжалованы в суде.

В досудебном порядке разногласия могут быть рассмотрены в рамках компетенции в соответствии с установленными законодательством Российской Федерации полномочиями на основании заявлений работника, работодателя, органа государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора) и страховщика:

а) органом государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора);

б) центром профессиональной патологии, предусмотренным абзацем четвертым пункта 13 Постановления Правительства РФ от 05.07.2022 № 1206 «О порядке расследования и учета случаев профессиональных заболеваний работников»;

в) федеральной инспекцией труда;

г) страховщиком.

Разногласия рассматриваются органами, указанными в пункте 35 Постановление Правительства РФ от 05.07.2022 № 1206 «О порядке расследо-

вания и учета случаев профессиональных заболеваний работников», в срок, не превышающий 30 календарных дней.

Информационное взаимодействие в целях расследования и учета случаев профессиональных заболеваний работников может осуществляться в электронной форме в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Рассмотрим кратко ***алгоритм расследования профзаболевания*** с 1 марта 2023 года.

Шаг 1. Постановка предварительного диагноза

В результате воздействия вредных факторов в процессе работы у сотрудника может возникнуть нарушение здоровья с временной или стойкой потерей трудоспособности. Оно классифицируется как профессиональное заболевание (ПЗ) при соблюдении нескольких условий:

- связано с выполнением трудовой функции или какой-то работы по поручению работодателя;
- повлекло временную или стойкую утрату работоспособности;
- входит в официальный перечень профессиональных заболеваний (приложение к Приказу Минздравсоцразвития РФ от 27.04.2012 № 417н);
- официально диагностировано и расследовано.

Профзаболевания делятся на острые, то есть возникшие внезапно, в течение одного рабочего дня или смены, и хронические – вызванные длительным воздействием вредных факторов.

В официальном списке ПЗ более 100 позиций, которые разделены по 4 основным группам:

- острые и хронические отравления из-за химических факторов;
- ПЗ из-за воздействия физических факторов – излучения, ЭМП, шума и др.;
- заболевания, вызываемые биологическими факторами;
- связанные с физическими нагрузками и функциональным перенапряжением.

Перечень по Приказу № 417н используется для установления диагноза работнику.

Работодатель обязан вести расследование и учет профессиональных заболеваний лиц, подлежащих обязательному страхованию от «травматизма» (ст. 214 ТК РФ, ч. 1 ст. 5 Федерального закона от 24.07.98 № 125-ФЗ). В первую очередь, это касается работников по трудовому договору, включая «дистанционщиков», и сотрудников, временно направленных из другой организации. ПЗ лиц по договору ГПХ расследуются только в том случае, если договором с ними установлено условие об уплате за них взносов на «травматизм».

Предварительный диагноз «профессиональное заболевание» устанавливает любое лицензированное медицинское учреждение, куда работник обратится за помощью (п. 4 Правил, утвержденных Постановлением Прави-

тельства РФ от 05.07.2022 № 1206). До 1 марта 2023 года это могли сделать только поликлиники по месту жительства или прикрепления гражданина.

Медицинская организация при подозрении на профессиональное заболевание направляет извещение об установлении предварительного диагноза в территориальное управление Роспотребнадзора и сообщение работодателю:

- в течение суток – при остром ПЗ (п. 4 Правил № 1206);
- в течение трёх дней – при хроническом заболевании (п. 8 Правил № 1206).

С даты отправки сообщений о предварительном диагнозе начинается сбор документов для проведения экспертизы работника в Центре профессиональной патологии – специализированном медицинском учреждении, у которого есть лицензия на экспертизу связи заболевания с профессией.

Шаг 2. Подготовка документов для экспертизы

Основой для установления связи между заболеванием работника и его профессиональной деятельностью будет санитарно-гигиеническая характеристика его условий труда (приложение 2 к Приказу Минздрава России от 28.05.2001 № 176). Документ готовится Центром госсанэпиднадзора по информации от работодателя, в том числе:

- результатам специальной оценки условий труда (СОУТ);
- данным медосмотров работника;
- результатам производственного контроля (СП 2.1.3678-20).

На подготовку данных для санэпиднадзора у работодателя есть сутки при остром ПЗ и семь рабочих дней при хроническом ПЗ (п. 4 и 9 Правил № 1206). Сроки считаются со следующего дня после получения сообщения от медучреждения.

Центр госсанэпиднадзора может организовать проведение лабораторных исследований на рабочем месте работника, опрашивать самого заболевшего и его коллег. Руководитель компании должен быть к этому готов.

На подготовку санитарно-гигиенической характеристики отводится две недели (п. 5 и 9 Правил № 1206). Работник или работодатель могут не согласиться с ее содержанием. Их письменные возражения будут рассмотрены в индивидуальном порядке комиссией по расследованию профзаболевания.

Если санэпиднадзор установит, что работник трудился во вредных или опасных условиях на предыдущих местах работы, он отразит это в санитарно-гигиенической характеристике (п. 6 Правил № 1206). От этого факта зависит, кто будет участвовать в расследовании ПЗ.

Санитарно-гигиеническая характеристика направляется в медучреждение, поставившее предварительный диагноз, для подготовки окончательного комплекта документов для экспертизы.

Шаг 3. Экспертиза работника в Центре профпатологии

Диагноз медучреждения должен быть подтвержден в специализированном экспертном центре. С 1 марта 2023 года экспертиза проводится и при остром профессиональном заболевании. Ранее это было обязательно только для хронической патологии.

При остром ПЗ работнику выдается направление в Центр профпатологии сразу после оказания ему медицинской помощи в том медучреждении, куда он за ней обратился (п. 5 Правил № 1206). Санитарно-гигиеническая характеристика условий труда от санэпиднадзора и другие документы «подъедут» на экспертизу в течение недели после их получения от санэпиднадзора.

При хроническом заболевании медучреждение выдает работнику направление на экспертизу и комплект документов в месячный срок со дня получения санитарно-гигиенической характеристики (п. 10 Правил № 1206).

Центр профпатологии изучает клинические данные о здоровье заболевшего, анализирует по представленным данным связь заболевания с профессией. Он подтверждает или не подтверждает диагноз «острое или хроническое профессиональное заболевание».

Решение *Центра профпатологии оформляется медицинским заключением в четырех экземплярах:*

- для работника;
- для медицинской организации, поставившей предварительный диагноз;
- для страховщика (Социального фонда);
- собственный экземпляр Центра для архива.

Работник, работодатель или медицинская организация могут оспорить проведенную экспертизу. Для этого им надо подать в Центр письменное заявление в свободной форме. Диагноз может быть изменен или отменен при дополнительных исследованиях и повторной экспертизе (п. 13 Правил № 1206).

Центр профпатологии направляет извещение о заключительном диагнозе в течение трех рабочих дней после составления медзаключения в четыре адреса: в Роспотребнадзор (санэпиднадзор), работодателю, в Социальный фонд и в медицинскую организацию (п. 11 Правил № 1206, приложение 3 к Приказу № 176). С даты получения документа, начинают считать сроки для организации и проведения расследования ПЗ.

Шаг 4. Организация расследования

В Правилах № 1206 появилось дополнение по случаю, когда профзаболевание вызвано воздействием вредного фактора в организации, которая уже ликвидирована. В такой ситуации расследование будет проводить Роспотребнадзор (п. 20 Правил № 1206).

В остальных случаях комиссию создает работодатель, у которого работник контактировал с вредным фактором. Это относится и к ситуации, когда заболевший гражданин уже не работает или трудится в безопасных условиях – здесь расследование будет проводиться по прежнему месту работы.

Работодатель обязан издать приказ о создании комиссии в течение 10 рабочих дней с даты получения извещения о заключительном диагнозе (п. 15 Правил № 1206). В её состав включают:

- руководителя или заместителя руководителя центра госсанэпиднадзора в качестве председателя комиссии;

- представителя работодателя – обычно это главный инженер, директор по персоналу или заместитель директора, ответственный за охрану труда;
- работника Центра профпатологии, проводившего экспертизу;
- профсоюзного работника, если он есть на предприятии;
- специалиста охраны труда или лицо, выполняющее его функции;
- представителя Социального фонда – по согласованию;
- работников от бывших работодателей (при согласии), условия труда у которых «помогли» развитию профзаболевания;
- других специалистов при необходимости.

Важно, чтобы количество членов комиссии было нечетным. Это требуется для принятия решения при разногласиях.

Новое в Правилах № 1206 по сравнению со старым порядком – членов комиссии можно заменять в процессе расследования, если они уклоняются от участия в нем, уволены, либо не могут выполнять свои обязанности из-за болезни или смерти (п. 16).

Шаг 5. Расследование профзаболевания и оформление акта

Комиссия устанавливает причины и обстоятельства ПЗ, в том числе определяет степень вины работника. Например, заболевший мог не использовать выданные ему СИЗ или уклонялся от прохождения медосмотров. Степень вины работника учитывается при определении размера ежемесячных страховых выплат (ст. 14 Закона № 125-ФЗ).

Для выяснения причин профзаболевания комиссия имеет право:

- опрашивать свидетелей;
- получать от работодателя документы по условиям труда, в том числе архивные;
- изучать медицинские заключения и результаты медосмотров;
- назначать необходимые экспертизы и лабораторные исследования.

Документы, которые требуются для работы комиссии, указаны в п. 23 Правил № 1206. Они относятся к материалам расследования и хранятся вместе с актом в Роспотребнадзоре и у работодателя. Разрешается оформлять их в электронном виде.

Расследование проводится полностью за счет средств работодателя. Основные затраты могут приходиться на лабораторно-гигиенические исследования условий труда и привлечение независимых экспертов.

Комиссия должна завершить расследование в течение 30 рабочих дней с даты издания приказа о её создании (п. 17 Правил № 1206). Если за этот срок нельзя изучить архивные документы или закончить лабораторные исследования, то его можно продлить, но не более чем на 30 рабочих дней.

По результатам расследования комиссия оформляет Акт о случае профессионального заболевания (приложение к Правилам № 1206). Этот документ подтверждает, что работник заболел именно из-за своей профессиональной деятельности.

Акт составляется в течение трех рабочих дней после завершения расследования. Он подписывается всеми членами комиссии, утверждается руководителем центра госсанэпиднадзора и заверяется печатью ведомства.

Акт оформляется в пяти экземплярах:

- для работника;
- для работодателя;
- Роспотребнадзора;
- Социального фонда;
- Центра профпатологии.

Если комиссия придет к выводу, что заболевание работника не связано с его трудовой деятельностью, вместо акта составляется протокол (п. 26 Правил № 1206). Его копии направляются всем участникам расследования.

Шаг 6. Предупредительные меры по случаю профзаболевания

Роспотребнадзор ведет учет всех случаев ПЗ. Обязанность работодателя – разработать и реализовать предупредительные меры по предупреждению профзаболеваний у работников.

Какие действия, например, можно предпринять:

- сделать повторную СОУТ, если источником заболевания послужили не выявленные ранее вредные факторы;
- провести работникам внеплановый инструктаж по охране труда;
- пересмотреть нормы выдачи СИЗ, провести обучение по применению средств индивидуальной защиты;
- пересмотреть инструкцию по охране труда для должности пострадавшего работника или соответствующего вида, направления деятельности;
- модернизировать средства коллективной защиты.

Конкретные мероприятия планируются на основании решений комиссии в акте. Они должны исключать причины профзаболевания, чтобы не было повторных случаев.

Приказ с мероприятиями надо издать в течение месяца с момента составления акта. Работодатель обязан письменно сообщить в Роспотребнадзор, как исполнены решения комиссии по расследованию (п. 28 Правил № 1206).

Ответственность

Если при расследовании профзаболевания у работника комиссия выявит нарушения требований охраны труда в компании, то работодателю грозит предупреждение или штраф (ст. 5.27.1 КоАП РФ). Размер санкций зависит от конкретного проступка. Например, за невыдачу СИЗ работнику индивидуального предпринимателя оштрафуют от 20000 до 30000 рублей; компанию – от 130000 до 150000 рублей.

Если работодатель не проводит производственный контроль на рабочих местах, то его привлекут к ответственности за нарушение санитарных правил (ст. 6.3 КоАП РФ). ИП или юридическое лицо могут даже получить административную приостановку деятельности до 90 суток.

Непроведение расследования профзаболеваний расценивается как сокрытие страхового случая. Компания выплатит штраф от 5000 до 10000 рублей (ст. 15.34 КоАП РФ).

За несоблюдение норм законодательства в области учета профзаболеваний работодателя могут привлечь к ответственности.

Таблица 1.1 – Ответственность работодателя за несоблюдение норм законодательства в области учета профзаболеваний

Вид нарушения	Ответственность
Нарушение требований охраны труда в компании	ст. 5.27.1 КоАП РФ – предупреждение или штраф, размер зависит от конкретного проступка
Отсутствие производственного контроля на рабочих местах	ст. 6.3 КоАП РФ – нарушение санитарных правил, вплоть до административной приостановки деятельности до 90 суток
Непроведение расследования профзаболеваний	ст. 15.34 КоАП РФ – сокрытие страхового случая, штраф от 5 до 10 тыс. руб.

Предупреждение профзаболеваний в организации

Все случаи возникновения профзаболеваний фиксируются Роспотребнадзором. Поэтому в обязанности работодателя также входят разработка и осуществление определенных действий по предупреждению профзаболеваний в компании: например, повторно провести специальную оценку условий труда, пересмотреть инструкцию по охране труда, улучшить средства коллективной защиты, чаще проводить инструктажи по охране труда и т.п.

Конкретные предупредительные меры планируются исходя из решений, предложенных комиссией в акте. Главное, чтобы в состав таких мер не вошли сами причины профзаболевания. В течение месяца с момента составления акта работодатель должен издать приказ о проведении предупреждающих мероприятий, а в дальнейшем уведомить Роспотребнадзор об исполнении решения комиссии.

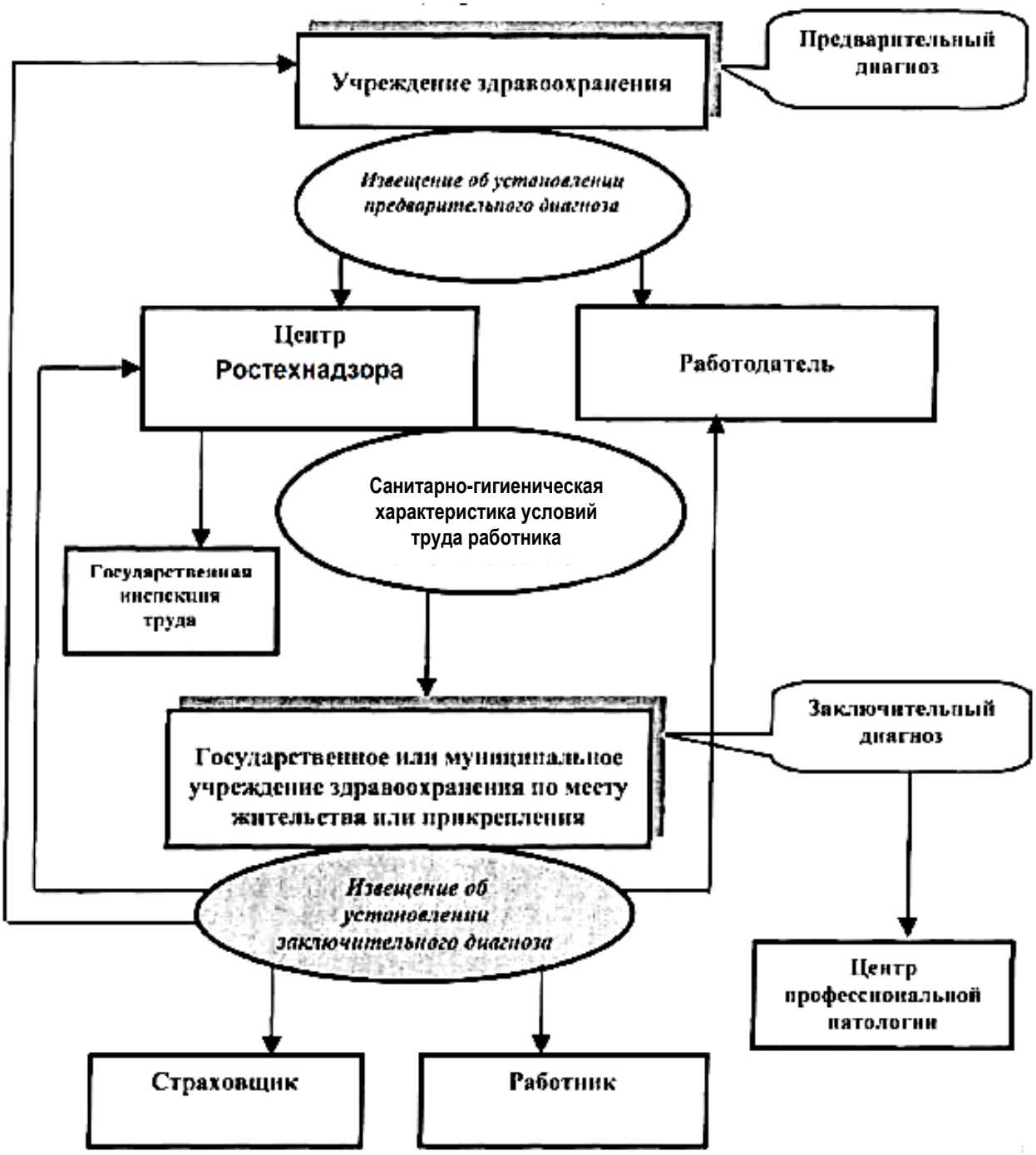


Рисунок 1.1 – Схема установления диагноза –
острого профессионального заболевания (отравления)

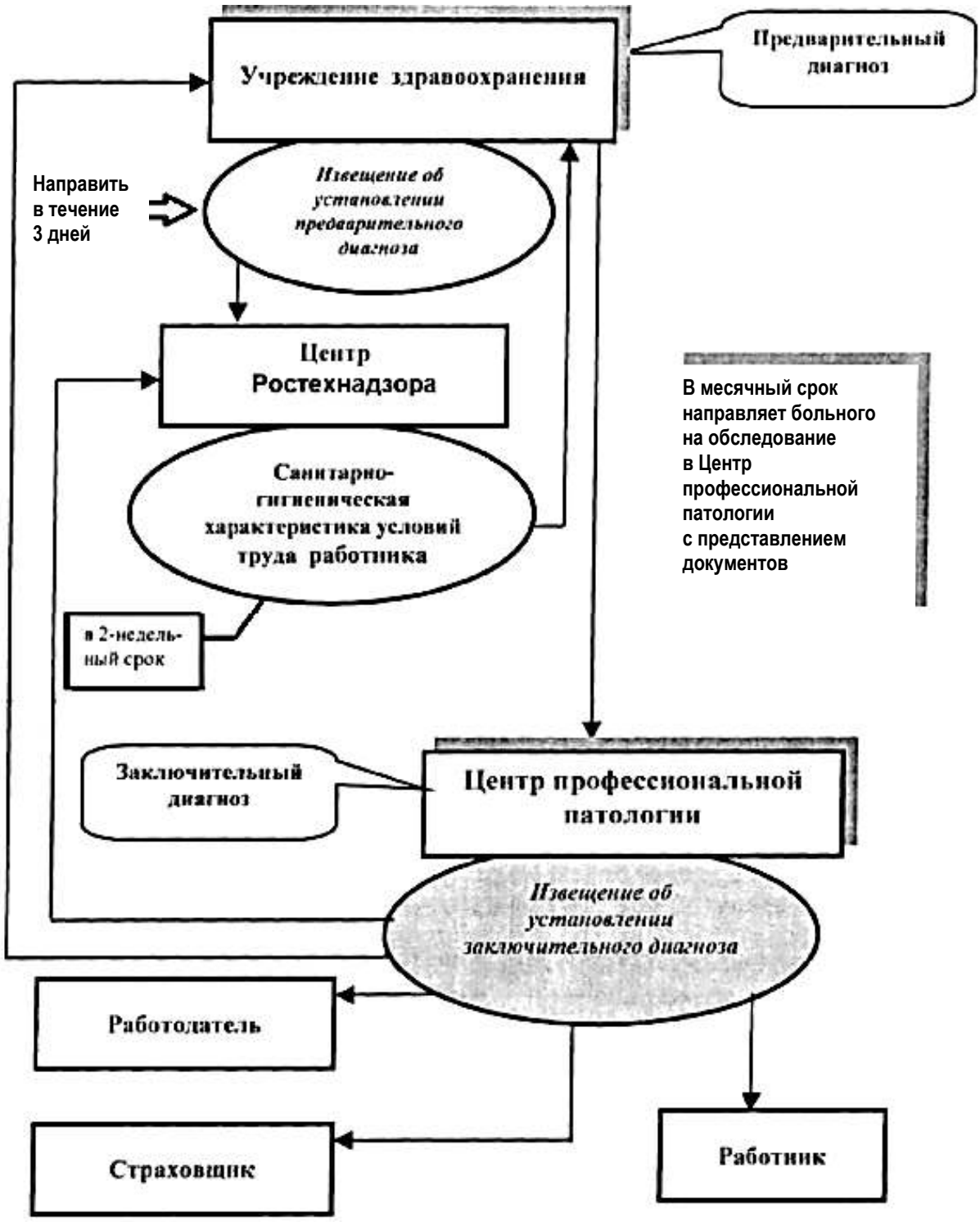


Рисунок 1.2 – Схема установления диагноза – хронического профессионального заболевания (отравления)

1.2 Ответственность за нарушение санитарного законодательства

В соответствии с законодательством Российской Федерации статьи 55 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ (ред. от 04.11.2022, с изм. от 30.05.2023) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» за

нарушение санитарного законодательства устанавливается дисциплинарная, административная и уголовная ответственность (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Виды ответственности
за нарушение санитарного законодательства

Вред, причиненный личности или имуществу гражданина, а также вред, причиненный имуществу юридического лица вследствие нарушения санитарного законодательства, подлежит возмещению гражданином или юридическим лицом, причинившими вред, в полном объеме в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Нарушение законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, выразившееся в нарушении действующих санитарных правил и гигиенических нормативов, невыполнении санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий влечет предупреждение или наложение административного штрафа в соответствии с требованиями статьи 6.3. «Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях» от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 28.04.2023, с изм. от 17.05.2023):

- на граждан в размере от 100 до 500 рублей;
- на должностных лиц – от 500 до 1000 рублей;
- на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, – от 500 до 1000 рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток;
- на юридических лиц – от 10000 до 20000 рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток.

Те же действия (бездействие), совершенные в период режима чрезвычайной ситуации или при возникновении угрозы распространения заболевания, представляющего опасность для окружающих, либо в период осуществления на соответствующей территории ограничительных мероприятий (карантина), либо невыполнение в установленный срок выданного в указанные периоды законного предписания (постановления) или требования органа (должностного лица), осуществляющего федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, о проведении санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий – влекут наложение административного штрафа:

на граждан в размере от 15000 до 40000 рублей;

на должностных лиц – от 50000 до 150000 рублей;

на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, – от 50000 до 150000 рублей или административное приостановление деятельности на срок до 90 суток;

на юридических лиц – от 200000 до 500000 рублей или административное приостановление деятельности на срок до 90 суток.

Действия (бездействие), предусмотренные частью 2 статьи 6.3. «Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях», повлекшие причинение вреда здоровью человека или смерть человека, если эти действия (бездействие) не содержат уголовно наказуемого деяния, – влекут наложение административного штрафа:

на граждан в размере от 150 тысяч до 300 тысяч рублей;

на должностных лиц – от 300 тысяч до 500 тысяч рублей или дисквалификацию на срок от одного года до 3 лет;

на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, – от 500 тысяч до 1 миллиона рублей или административное приостановление деятельности на срок до 90 суток;

на юридических лиц – от 500 тысяч до 1 миллиона рублей или административное приостановление деятельности на срок до 90 суток.

Дисциплинарная ответственность (ст. 192 и 193 ТК РФ)

Согласно статьям 21, 22 ТК РФ работник обязан добросовестно исполнять свои трудовые обязанности, возложенные на него трудовым договором, соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, трудовую дисциплину, требования по охране труда и обеспечению безопасности труда, выполнять установленные нормы труда, бережно относиться к имуществу работодателя, а работодатель в свою очередь вправе требовать от работника исполнения им трудовых обязанностей и бережного отношения к имуществу работодателя, привлекать работника к дисциплинарной и материальной ответственности в порядке, установленном ТК РФ, иными федеральными законами.

В соответствии со статьей 192 ТК РФ за совершение дисциплинарного проступка, то есть неисполнение или ненадлежащее исполнение работником по его вине возложенных на него трудовых обязанностей, работодатель имеет право применить следующие дисциплинарные взыскания.

Если нарушения возникли по вине работника, то работодатель вправе привлечь его к ответственности за нарушение должностных обязанностей. Требование рассмотреть вопрос о дисциплинарной ответственности определенных работников иногда выдвигает и прокурор, если проверка проводилась по требованию прокуратуры, и санитарный врач, и судья (ст. 29.13 КоАП РФ). Перечень дисциплинарной ответственности определен ст. 192 ТК РФ. Работодатель вправе применить любое (зависит от тяжести проступка и его последствий):

- сделать замечание;
- вынести выговор;
- уволить по соответствующим основаниям.



Рисунок 1.4 – Виды дисциплинарных взысканий

А также может применить другие взыскания – понижение в должности, строгий выговор, лишение надбавок, уменьшение оклада и прочее – трудовое законодательство не допускает.

До применения дисциплинарного взыскания работодатель должен затребовать от работника письменное объяснение. Если по истечении двух рабочих дней указанное объяснение работником не предоставлено, то составляется соответствующий акт.

Непредоставление работником объяснения не является препятствием для применения дисциплинарного взыскания.

Дисциплинарное взыскание применяется не позднее одного месяца со дня обнаружения проступка, не считая времени болезни работника, пребывания его в отпуске, а также времени, необходимого на учет мнения представительного органа работников.

Как провести служебное расследование в случае нарушения работником трудовой дисциплины.

Дисциплинарное взыскание, за исключением дисциплинарного взыскания за несоблюдение ограничений и запретов, неисполнение обязанностей, установленных законодательством Российской Федерации о противодействии коррупции, не может быть применено позднее 6 месяцев со дня совершения проступка, а по результатам ревизии, проверки финансово-хозяйственной деятельности или аудиторской проверки – позднее двух лет со дня его совершения. Дисциплинарное взыскание за несоблюдение ограничений и запретов, неисполнение обязанностей, установленных законодательством Российской Федерации о противодействии коррупции, не может быть применено позднее 3 лет со дня совершения проступка. В указанные сроки не включается время производства по уголовному делу.

За каждый дисциплинарный проступок может быть применено только одно дисциплинарное взыскание.

Приказ (распоряжение) работодателя о применении дисциплинарного взыскания объявляется работнику под роспись в течение 3 рабочих дней со дня его издания, не считая времени отсутствия работника на работе. Если работник отказывается ознакомиться с указанным приказом (распоряжением) под роспись, то составляется соответствующий акт.

Дисциплинарное взыскание может быть обжаловано работником в государственную инспекцию труда и (или) органы по рассмотрению индивидуальных трудовых споров.

Уголовная ответственность (ст. 236 УК РФ)

Нарушение санитарно-эпидемиологических правил, повлекшее по неосторожности массовое заболевание или отравление людей либо создавшее угрозу наступления таких последствий, – наказывается штрафом в размере от 500 тысяч до 700 тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период от одного года до 18 месяцев, либо лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок от 1 года до 3 лет, либо ограничением свободы на срок до 2 лет, либо принудительными работами на срок до 2 лет, либо лишением свободы на тот же срок.

Нарушение санитарно-эпидемиологических правил, повлекшее по неосторожности смерть человека, наказывается штрафом в размере от одного миллиона до двух миллионов рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период от одного 1 года до 3 лет, либо ограничением свободы на срок от 2 до 4 лет, либо принудительными работами на срок от 3 до 5 лет, либо лишением свободы на тот же срок.

Нарушение санитарно-эпидемиологических правил, повлекшее по неосторожности смерть двух или более лиц, – наказывается принудительными работами на срок от 4 до 5 лет либо лишением свободы на срок от 5 до 7 лет.

Таблица 1.2 – Виды правонарушений и ответственность за них

Правонарушение	Вид ответственности
1	2
Дисциплинарная ответственность (ст. 192 и 193 ТК РФ)	
Неисполнение или ненадлежащее исполнение работником по его вине возложенных на него трудовых обязанностей	Замечание; выговор; увольнение.
Административная ответственность (ст. 6.3 КоАП)	
Нарушение законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения (нарушение санитарных правил и гигиенических нормативов, невыполнение санэпидмероприятий), ч. 1 ст. 6.3 КоАП РФ	Штрафы: на граждан – от 100 до 500 руб. (по незначительному проступку, совершенному впервые, допускается предупреждение); на должностных лиц – от 500 до 1000 руб.; на ИП – от 500 до 1000 руб.; на юридических лиц – от 10 000 до 20 000 руб.; для ИП и юрлиц возможно приостановление деятельности на срок до 90 суток
Те же нарушения, но при возникновении угрозы распространения заболевания, представляющего опасность для окружающих, в период ЧС, или карантина, или при возникновении угрозы распространения заболевания, представляющего опасность для окружающих, ч. 2 ст. 6.3 КоАП РФ Если всё описанное выше стало причиной смерти или причинило вред здоровью, ч. 3 ст. 6.3 КоАП РФ	Штрафы: на граждан – от 15 000 до 40 000 руб.; на должностных лиц, индивидуальных предпринимателей – от 50 000 до 150 000 руб.; на юрлиц – от 200 000 до 500 000 руб.; для ИП и юрлиц допускается приостановление деятельности на срок до 90 суток. на граждан – штраф от 150 000 до 300 000 рублей; на должностных лиц – от 300 000 до 500 000 рублей (или дисквалификация от года до трех); на ИП, юрлиц – от 500 000 до 1 000 000 или приостановление деятельности на срок до 90 суток.
Нарушение санэпидемтребований к эксплуатации жилых и общественных помещений, зданий и транспорта, ст. 6.4 КоАП РФ	Штрафы: на граждан – от 500 до 1000 рублей; на должностных лиц, ИП – от 1000 до 2000 рублей; на юрлиц – от 10 000 до 20 000 рублей; для индивидуальных предпринимателей и юрлиц допускается приостановление деятельности на срок до 90 суток.

Продолжение таблицы 1.2

1	2
Нарушение санэпидемтребований к питьевой воде, к питьевому и хоз-бытовому водоснабжению, ст. 6.5 КоАП РФ	Штрафы: на граждан – от 1000 до 1500 рублей; на должностных лиц, ИП – от 2000 до 3000 рублей; на юрлиц – от 20 000 до 30 000 рублей; для ИП и юрлиц возможно приостановление деятельности на срок до 90 суток.
Нарушение санэпидемтребований к организации питания населения, ст. 6.6 КоАП РФ	Штрафы: на граждан – от 1000 до 1500 рублей; на должностных лиц, ИП – от 5000 до 10 000 рублей; на юрлиц – от 30 000 до 50 000 рублей; для ИП и юрлиц допускается приостановление деятельности на срок до 90 суток.
Несоблюдение санэпидемтребований при обращении с отходами производства, ст. 6.35 КоАП РФ	Штрафы: на граждан – от 2000 до 3000 руб.; на должностных лиц – от 30 000 до 40 000 руб.; на ИП – от 50 000 до 60 000 рублей; на юрлиц – от 250 000 до 350 000 руб.; для ИП и юрлиц допускается приостановление деятельности на срок до 90 суток.
Нарушение санитарно-эпидемиологических правил, повлекшее по неосторожности массовое заболевание или отравление людей либо создавшее угрозу наступления таких последствий	наказывается штрафом в размере от 500 000 до 700 000 рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период от 1 года до 18 месяцев, либо лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок от 1 года до 3 лет, либо ограничением свободы на срок до 2 лет, либо принудительными работами на срок до 2 лет, либо лишением свободы на тот же срок

Окончание таблицы 1.2

1	2
Уголовная ответственность ст. 236 УК РФ	
Нарушение санитарно-эпидемиологических правил, повлекшее по неосторожности массовое заболевание или отравление людей либо создавшее угрозу наступления таких последствий	наказывается штрафом в размере от 500 000 до 700 000 рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период от 1 года до 18 месяцев, либо лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок от 1 года до 3 лет, либо ограничением свободы на срок до 2 лет, либо принудительными работами на срок до 2 лет, либо лишением свободы на тот же срок
Нарушение санитарно-эпидемиологических правил, повлекшее по неосторожности смерть человека	наказывается штрафом в размере от одного миллиона до двух миллионов рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период от одного 1 года до 3 лет, либо ограничением свободы на срок от 2 до 4 лет, либо принудительными работами на срок от 3 до 5 лет, либо лишением свободы на тот же срок
Нарушение санитарно-эпидемиологических правил, повлекшее по неосторожности смерть двух или более лиц	наказывается принудительными работами на срок от 4 до 5 лет либо лишением свободы на срок от 5 до 7 лет.

1.3 Первая помощь пострадавшим на производстве

Первая помощь – комплекс мероприятий, направленных на сохранение и поддержание жизни и здоровья пострадавших и проводимых при несчастных случаях, травмах, ранениях, поражениях, отравлениях, других состояниях и заболеваниях, угрожающих жизни и здоровью пострадавших, до оказания медицинской помощи.

Первая помощь оказывается лицами, обязанными оказывать первую помощь в соответствии с федеральными законами или иными нормативными

правовыми актами, в том числе сотрудниками органов внутренних дел Российской Федерации, сотрудниками, военнослужащими и работниками Государственной противопожарной службы, спасателями аварийно-спасательных формирований и аварийно-спасательных служб, а также самими пострадавшими (самопомощь) или находящимися вблизи лицами (взаимопомощь) в случаях, предусмотренных федеральными законами.

В соответствии со статьей 31 Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ (ред. от 28.04.2023) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» первая помощь до оказания медицинской помощи оказывается гражданам при несчастных случаях, травмах, ранениях, поражениях, отравлениях, других состояниях и заболеваниях, угрожающих их жизни и здоровью, лицами, обязанными оказывать первую помощь в соответствии с федеральным законом или со специальными правилами и имеющими соответствующую подготовку, в том числе сотрудниками органов внутренних дел Российской Федерации, сотрудниками, военнослужащими и работниками Государственной противопожарной службы, спасателями аварийно-спасательных формирований и аварийно-спасательных служб, а также самим пострадавшим (самопомощь) или находящимися вблизи лицами (взаимопомощь) в случаях, предусмотренных федеральными законами.

Перечень состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечень мероприятий по оказанию первой помощи утверждаются уполномоченным федеральным органом исполнительной власти, если иное не предусмотрено федеральными законами.

Первая помощь оказывается в соответствии с порядками, утверждаемыми уполномоченным федеральным органом исполнительной власти, если иное не предусмотрено федеральными законами, и включающими в себя:

1) перечень состояний, при которых оказывается первая помощь;

2) перечень мероприятий по оказанию первой помощи;

3) последовательность проведения мероприятий по оказанию первой помощи.

Обучение оказанию первой помощи пострадавшим на производстве является частью обучения охране труда и относится к одной из обязанностей работодателя. Работник, в свою очередь, также обязан пройти такое обучение (абзац одиннадцатый части 3 ст. 214, абзац шестой части 1 ст. 215 ТК РФ).

Примерные программы учебного курса, предмета и дисциплины по оказанию первой помощи разрабатываются уполномоченным федеральным органом исполнительной власти и утверждаются в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, если иное не предусмотрено федеральными законами.

Водители транспортных средств и другие лица вправе оказывать первую помощь при наличии соответствующей подготовки и (или) навыков.

1.3.1 Перечень состояний, при которых оказывается первая помощь

Перечень состояний, при которых оказывается первая помощь, установлен приказом от 04.05.2012 года № 477н «Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь и перечня мероприятий по оказанию первой помощи»:

1. Отсутствие сознания.
2. Остановка дыхания и кровообращения.
3. Наружные кровотечения.
4. Инородные тела верхних дыхательных путей.
5. Травмы различных областей тела.
6. Ожоги, эффекты воздействия высоких температур, теплового излучения.
7. Отморожение и другие эффекты воздействия низких температур.
8. Отравления.

1.3.2 Перечень мероприятий по оказанию первой помощи

1. Мероприятия по оценке обстановки и обеспечению безопасных условий для оказания первой помощи установлены приказом от 04.05.2012 года № 477н [11]:

1) определение угрожающих факторов для собственной жизни и здоровья;

2) определение угрожающих факторов для жизни и здоровья пострадавшего;

3) устранение угрожающих факторов для жизни и здоровья;

4) прекращение действия повреждающих факторов на пострадавшего;

5) оценка количества пострадавших;

6) извлечение пострадавшего из транспортного средства или других труднодоступных мест;

7) перемещение пострадавшего.

2. Вызов скорой медицинской помощи, других специальных служб, сотрудники которых обязаны оказывать первую помощь в соответствии с федеральным законом или со специальным правилом.

3. Определение наличия сознания у пострадавшего.

4. Мероприятия по восстановлению проходимости дыхательных путей и определению признаков жизни у пострадавшего:

1) запрокидывание головы с подъемом подбородка;

2) выдвижение нижней челюсти;

3) определение наличия дыхания с помощью слуха, зрения и осязания;

4) определение наличия кровообращения, проверка пульса на магистральных артериях.

5. Мероприятия по проведению сердечно-легочной реанимации до появления признаков жизни:

1) давление руками на грудину пострадавшего;

2) искусственное дыхание «Рот ко рту»;

3) искусственное дыхание «Рот к носу»;

4) искусственное дыхание с использованием устройства для искусственного дыхания.

6. Мероприятия по поддержанию проходимости дыхательных путей:

1) придание устойчивого бокового положения;

2) запрокидывание головы с подъемом подбородка;

3) выдвижение нижней челюсти.

7. Мероприятия по обзорному осмотру пострадавшего и временной остановке наружного кровотечения:

1) обзорный осмотр пострадавшего на наличие кровотечений;

2) пальцевое прижатие артерии;

3) наложение жгута;

4) максимальное сгибание конечности в суставе;

5) прямое давление на рану;

6) наложение давящей повязки.

8. Мероприятия по подробному осмотру пострадавшего в целях выявления признаков травм, отравлений и других состояний, угрожающих его жизни и здоровью, и по оказанию первой помощи в случае выявления указанных состояний:

1) проведение осмотра головы;

2) проведение осмотра шеи;

3) проведение осмотра груди;

4) проведение осмотра спины;

5) проведение осмотра живота и таза;

6) проведение осмотра конечностей;

7) наложение повязок при травмах различных областей тела, в том числе окклюзионной (герметизирующей) при ранении грудной клетки;

8) проведение иммобилизации (с помощью подручных средств, аутоиммобилизация, с использованием изделий медицинского назначения);

9) фиксация шейного отдела позвоночника (вручную, подручными средствами, с использованием изделий медицинского назначения);

10) прекращение воздействия опасных химических веществ на пострадавшего (промывание желудка путем приема воды и вызывания рвоты, удаление с поврежденной поверхности и промывание поврежденной поверхности проточной водой);

11) местное охлаждение при травмах, термических ожогах и иных воздействиях высоких температур или теплового излучения;

12) термоизоляция при отморожениях и других эффектах воздействия низких температур.

9. Придание пострадавшему оптимального положения тела.

10. Контроль состояния пострадавшего (сознание, дыхание, кровообращение) и оказание психологической поддержки.

11. Передача пострадавшего бригаде скорой медицинской помощи, другим специальным службам, сотрудники которых обязаны оказывать первую помощь в соответствии с федеральным законом или со специальным правилом.

1.3.3 Аптечка и приемы первой помощи пострадавшим на производстве

Требования к комплектации укладок, наборов, комплектов и аптечек для оказания первой помощи с применением медицинских изделий и (или) лекарственных препаратов утверждаются уполномоченным федеральным органом исполнительной власти по согласованию с федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в соответствующей сфере, если иное не предусмотрено федеральными законами. Требования к размещению, хранению и использованию укладок, наборов, комплектов и аптечек утверждаются федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в соответствующей сфере, по согласованию с уполномоченным федеральным органом исполнительной власти.

Требования к комплектации медицинскими изделиями аптечки для оказания первой помощи работникам утверждены Приказом Министерства здравоохранения РФ от 15.12.2020 № 1331н.

Аптечки для оказания первой помощи работникам, произведенные (укомплектованные) до дня вступления в силу настоящего приказа, подлежат применению. Годными комплектами в организации разрешено пользоваться до 31.08.2025. Если нужно обновить аптечки, необходимо приобрести изделия по введенным правилам.

По новым правилам аптечки комплектуют современными средствами для оказания первой помощи. Теперь в ее состав не входят блокнот и авторучка, английские булавки и перевязочный медицинский пакет с герметичной упаковкой.

По истечении сроков годности медицинские изделия и прочие средства, которыми укомплектована аптечка, подлежат списанию и уничтожению (утилизации) в соответствии с законодательством Российской Федерации.

В случае использования или списания и уничтожения (утилизации) медицинских изделий и прочих средств, аптечку необходимо пополнить.

Не допускается использование медицинских изделий, которыми укомплектована аптечка, в случае нарушения их стерильности.

Не допускается использование, в том числе повторное, медицинских изделий, которыми укомплектована аптечка, загрязненных кровью и (или) другими биологическими жидкостями.

Ответственного за аптечки первой помощи работодатель назначает приказом. Его выбирают из числа работников подразделения, где их хранят.

Ответственный работник подает заявку на закупку медицинских изделий и комплектует ими аптечки. Проверяет срок годности содержимого с пе-

риодичностью, которую прописали в приказе (например, один раз в месяц или квартал).

Если содержимым аптечек воспользовались или его срок годности закончился, ответственный специалист пополняет их.

При комплектации аптечки медицинскими изделиями допускается:

- использовать вместо медицинских бинтов марлевые нестерильные рулоны;
- комбинировать перчатки (например, положить в аптечку пару нитриловых и виниловых перчаток. Главное, чтобы их количество соответствовало введенным правилам); положить жгут одноразовый или многоразовый;
- укомплектовать стандартным, гипоаллергенным, силиконовым или водонепроницаемым рулонным лейкопластырем;
- приобрести ножницы хирургические общего назначения, для перевязочных материалов или разрезания тонкой гипсовой повязки, диссекционные.

Укомплектовывать аптечку первой помощи медикаментами запрещено, а выдавать препараты недопустимо, потому что они могут вызвать у работника аллергическую реакцию.

Закон не регламентирует, сколько аптечек приобрести для организации. Работодатель определяет их количество самостоятельно и прописывает в локальном акте организации.

Пример. Для офиса приобретают по одной аптечке на каждый этаж. Если в организации есть отдельные здания, например, склад или гараж, их также снабжают медицинскими изделиями. В крупных организациях аптечки закупают для каждого структурного подразделения, цеха и т.д.

Количество аптечек первой помощи зависит от размеров организации и вида деятельности.

Хранят аптечки на специальных санитарных постах для оказания первой помощи. Их обязан организовать каждый работодатель без исключения (ст. 223 Трудового кодекса Российской Федерации).

Пример. В офисе посты организовывают у секретаря или у охраны, в гараже – в комнате отдыха водителей или у дежурного диспетчера.

На практике санитарные посты представляют собой открытые или закрытые не на ключ шкафы. Их располагают в местах, где работник быстро получит доступ к аптечке.

Аптечка для оказания первой помощи работникам комплектуется следующими медицинскими изделиями, представленными в таблице 1.3:

Таблица 1.3 – Аптечка для оказания первой помощи работникам

№ п/п	Код вида номенклатурной классификации медицинских изделий	Наименование вида медицинского изделия в соответствии с номенклатурной классификацией медицинских изделий	Наименование медицинского изделия	Требуемое количество, (не менее)
1	2	3	4	5
1	182450	Маска хирургическая, одноразового использования	Маска медицинская нестерильная одноразовая	10 шт.
	367580	Маска лицевая для защиты дыхательных путей, одноразового использования		
2	122540	Перчатки смотровые/ процедурные из латекса гевеи, неопудренные, нестерильные	Перчатки медицинские нестерильные, размером не менее М	2 пары
	122560	Перчатки смотровые/ процедурные из латекса гевеи, опудренные		
	139350	Перчатки смотровые/ процедурные из полихлоропрена, неопудренные		
	139360	Перчатки смотровые/ процедурные из полихлоропрена, опудренные		
	185830	Перчатки смотровые/ процедурные нитриловые, неопудренные, нестерильные		
	185850	Перчатки смотровые/ процедурные нитриловые, опудренные		
	205280	Перчатки смотровые/ процедурные виниловые, неопудренные		

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5
	205290	Перчатки смотровые/ процедурные виниловые, опудренные		
	298450	Перчатки смотровые/ процедурные из гваюлового латекса, неопудренные		
	320790	Перчатки смотровые/ процедурные нитриловые, неопудренные, антибактериальные		
	321530	Перчатки смотровые/ процедурные полиизопреновые, неопудренные		
3	327410	Маска для сердечно-легочной реанимации, одноразового использования	Устройство для проведения искусственного дыхания «Рот-Устройство-Рот»	1 шт.
4	210370	Жгут на верхнюю/ нижнюю конечность, многоразового использования	Жгут кровоостанавливающий для остановки артериального кровотечения	1 шт.
	210380	Жгут на верхнюю/ нижнюю конечность, одноразового использования		
5	150130	Рулон марлевый тканый, нестерильный	Бинт марлевый медицинский размером не менее 5 м × 10 см	4 шт.
	150140	Бинт марлевый тканый, стерильный		
6	150130	Рулон марлевый тканый, нестерильный	Бинт марлевый медицинский размером не менее 7 м × 14 см	4 шт.
	150140	Бинт марлевый тканый, стерильный		
7	223580	Салфетка марлевая тканая, стерильная	Салфетки марлевые медицинские стерильные размером не менее 16 × 14 см № 10	2 уп.

Окончание таблицы 1.3

1	2	3	4	5
8	136010	Лейкопластырь кожный стандартный	Лейкопластырь фиксирующий рулонный размером не менее 2 × 500 см	1 шт.
	122900	Лейкопластырь кожный гипоаллергенный		
	141730	Лейкопластырь кожный силиконовый		
	269230	Лейкопластырь кожный водонепроницаемый		
9	142270	Лейкопластырь для поверхностных ран антибактериальный	Лейкопластырь бактерицидный размером не менее 1,9 × 7,2 см	10 шт.
10	142270	Лейкопластырь для поверхностных ран антибактериальный	Лейкопластырь бактерицидный размером не менее 4 × 10 см	2 шт.
11	293880	Одеяло спасательное	Покрывало спасательное изотермическое размером не менее 160 × 210 см	2 шт.
12	260590	Ножницы хирургические общего назначения, многоразового использования	Ножницы для разрезания повязок	1 шт.
	116910	Ножницы для перевязочного материала, многоразового использования		
	103290	Ножницы для разрезания тонкой гипсовой повязки		
	151740	Ножницы диссекционные		

Таблица 1.4 – В состав аптечки также включаются следующие прочие средства

№ п/п	Наименование	Требуемое количество, (не менее)
1	Инструкция по оказанию первой помощи с применением аптечки для оказания первой помощи работникам	1 шт.
2	Футляр	1 шт.
	Сумка	

1.4 Личная гигиена на предприятии

Соблюдение правил личной гигиены имеет важное значение в комплексе профилактических противоэпидемиологических мероприятий.

Личная гигиена – это ряд санитарных правил, которые должны строго соблюдать все сотрудники. Данные правила предусматривают ряд гигиенических требований к содержанию тела, рук и полости рта работника, к санитарной одежде, к режиму предприятия и медицинскому освидетельствованию работников.

Ответственность за общее санитарное состояние предприятия, за соблюдение санитарного режима и допуск к работе лиц, не прошедших медицинское обследование, за создание условий, необходимых для выполнения работниками правил личной гигиены, за качество поступающего сырья и выпускаемой продукции несет руководитель предприятия.

Рассмотрим вопросы личной гигиены на производстве на примере предприятий общественного питания.

Работник, контактирующий с пищевыми продуктами, может быть источником инфекции или передавать инфекционные агенты, что представляет опасность как для качества готовой продукции, так и для здоровья гостей. Здоровье и личная гигиена работников – одна из «контрольных точек» общественного питания.

Несоблюдение правил личной гигиены может привести к заражению пищевых продуктов патогенными микробами, вызвать вспышки инфекционных заболеваний (например, таких как брюшной тиф, дизентерия) и токсикоинфекций (сальмонеллез, стафилококковые интоксикации и др.).

Под личной гигиеной работника пищевого предприятия подразумевается:

- прохождение медицинского осмотра;
- использование для работы чистой санитарной одежды;
- содержание в чистоте кожи рук, тела, полости рта.

Руководители предприятий обязаны обеспечить:

- выполнение требований санитарных правил всеми работниками предприятия;
- необходимые условия для соблюдения санитарных норм и правил на всех этапах производства для выпуска безопасной продукции;
- приём на работу лиц, имеющих допуск по состоянию здоровья, прошедших профессиональную гигиеническую подготовку и аттестацию;
- наличие личных медицинских книжек на каждого работника с отметкой о предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотрах;
- организацию ежегодной проверки санитарно-гигиенических знаний персонала;
- ежедневное ведение журналов осмотра на гнойничковые и острые респираторные заболевания;
- наличие санитарной и специальной одежды и организацию её регулярной централизованной стирки и починки;
- наличие аптечек для оказания первой медицинской помощи и их своевременное пополнение;
- проведение дополнительных профилактических мероприятий по эпидемиологическим показаниям.

Руководитель предприятия несёт ответственность за соблюдение санитарных правил и норм, за допуск к работе лиц, не прошедших медицинское обследование, за создание условий, необходимых для соблюдения правил личной гигиены персонала.

Лица, поступающие на работу, подлежат обязательному медицинскому осмотру. Периодические медицинские осмотры для указанной категории работников включают:

- осмотр терапевтом;
- флюорографическое обследование органов грудной клетки;
- исследование кала на гельминтозы и протозоозы;
- соскоб на энтеробиоз;
- осмотр дерматовенерологом;
- исследование крови на сифилис;
- бактериоскопическое исследование на заболевания, передаваемые половым путем.

Работники, связанные с производством, хранением, транспортировкой и реализацией кремово-кондитерских изделий, при поступлении на работу в дополнение к перечисленному проходят осмотр стоматолога, отоларинголога и исследование на носительство стафилококка (мазок из носоглотки).

Бактериологическое исследование на носительство возбудителей кишечных инфекций, исследование крови на брюшной тиф, исследование мазка на носительство стафилококка в дальнейшем проводятся только по эпидемиологическим показаниям.

Все работники, подлежащие медицинскому освидетельствованию, должны быть обеспечены личными медицинскими книжками, в которые заносятся результаты проводимых обследований. Эти книжки хранятся на предприятии и выдаются на руки работникам при направлении на обследование.

Согласно ст. 213 Трудового кодекса РФ прохождение предварительных и периодических медицинских осмотров, гигиеническая подготовка и аттестация работников, а следовательно, и оплата оформления медицинской книжки осуществляются за счет средств работодателя. Трудовой кодекс не предусматривает возможности взыскания с потенциального работника убытков, причиненных незаключением трудового договора.

Не допускаются к работе на предприятиях пищевой промышленности лица:

- с брюшным тифом, паратифом, дизентерией, сальмонеллезом в острой или хронической форме;
- кишечным бактерионосительством;
- венерическими заболеваниями (гонореей, сифилисом);
- чесоткой, педикулезом;
- некоторыми воспалительными заболеваниями глаз, кожи, зева, актиномикозом;
- активными формами туберкулеза.

При поступлении на работу сотрудников на молокоперерабатывающих предприятиях вакцинируют против гепатита А, дизентерии Зоне, работников по переработке сырья животного происхождения иммунизируют против сибирской язвы и бруцеллеза.

Работникам организации торговли и общественного питания необходимо соблюдать следующие правила личной гигиены:

- контролировать температуру тела, используя контактные и бесконтактные термометры, тепловизоры, и дезинфицировать руки при входе на предприятие;
- оставлять верхнюю одежду, обувь, головной убор, личные вещи в гардеробной;
- перед началом работы тщательно мыть руки с мылом, надевать чистую санитарную одежду, подбирать волосы под колпак или косынку;
- работать в чистой санитарной одежде, менять ее по мере загрязнения, но не реже 1 раза в смену;
- исключить ношение украшений на руках;
- мыть руки до начала работы, начала любой обработки, в т.ч. фасовки, пищевой продукции, до приема пищи, после уборки производственных помещений и выноса мусора, после работы за компьютером или другой оргтехника, в том числе после использования сотового телефона, после обращения с деньгами, после посещения туалета, после кашля или чихания;
- при повышении температуры и появления признаков инфекционного заболевания информировать руководителя предприятия, который обязан принять решение об отстранении от работы;

- при выявлении заболевшего после его удаления с предприятия, освободить помещение от людей и провести заключительную дезинфекцию силами специализированной организации.

Согласно ГОСТ Р 54762-2011 «Программы предварительных требований по безопасности пищевой продукции. Часть 1: Производство пищевой продукции» работники организации обязаны:

- перед поступлением на работу пройти медицинское обследование в соответствии с действующим Приказом Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 № 302н (ред. от 06.02.2018);
- оставлять одежду и личные вещи в раздевалках;
- мыть руки: до начала любой обработки пищевой продукции; сразу после пользования туалетом или высмаркивания; сразу после работы с потенциально загрязнённым материалом;
- носить спецодежду, которая должна быть чистой и в надлежащем состоянии; не использовать одежду в иных целях;
- полностью прикрывать волосы, бороду и усы;
- стирать спецодежду в соответствии со стандартными рекомендациями и с периодичностью, соответствующей её предусмотренному применению на производстве;
- использовать полностью закрытую обувь, изготовленную из негигроскопичных материалов;
- сообщать руководству о заболеваниях и патологических состояниях, которые не допускают пребывания в зонах производства и обработки пищевой продукции;
- воздерживаться от чихания и кашля над продуктами и материалами;
- не использовать лак для ногтей, накладные ресницы и ногти; ногти на пальцах должны быть чистыми и остриженными;
- принимать пищу, курить, жевать резинку только в специально отведённых для этого местах;
- снимать ювелирные украшения, часы и другие бьющиеся предметы.

ЕСЛИ ВЫ РАБОТАЕТЕ С ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫМ СЫРЬЕМ И ПИЩЕВЫМИ ПРОДУКТАМИ

(приготовление, раздача готовых блюд, погрузка, транспортировка, прием продуктов питания), **вам необходимо:**

ЧТО ДЕЛАТЬ?		ПОЧЕМУ ЭТО ВАЖНО?
Пройти медицинский осмотр перед приемом на работу.		Это необходимо для определения соответствия вашего здоровья характеру работы, а также для раннего выявления и профилактики заболеваний.
Проходить периодические медицинские осмотры.		Это необходимо для охраны вашего здоровья и здоровья населения, предупреждения возникновения и распространения инфекционных и паразитарных заболеваний, связанных с общественным питанием.
Пройти гигиеническую подготовку («санитарный минимум») и аттестацию.		Для работы на предприятии общественного питания вам необходимо знать и соблюдать санитарные нормы и правила.
Иметь личную медицинскую книжку.		Это позволит вам подтвердить прохождение медицинских осмотров, своевременное прохождение гигиенической подготовки и следить за своим здоровьем.
Необходимо сделать прививки против эпидемически значимых для общественного питания инфекций в вашем регионе. (например: против гепатита А, дизентерии, гриппа, коронавирусной инфекции и др.)		Работа в общественном питании связана с контактированием с большим количеством людей, как напрямую, так и через продукты. Защищаясь от инфекций, Вы исключаете возможность заразить своих гостей.

ВАЖНО!

Работники, не прошедшие медицинский осмотр, гигиеническое обучение с аттестацией – не допускаются к работе с пищевыми продуктами.

КАЖДЫЙ ДЕНЬ, ПРИХОДЯ НА РАБОТУ, ВАМ НЕОБХОДИМО:

ЧТО ДЕЛАТЬ?		ПОЧЕМУ ЭТО ВАЖНО?
Оставить повседневную одежду, обувь, головной убор и личные вещи, в том числе украшения, в специально отведенном для этого месте.		Уличная одежда и личные вещи могут быть загрязнены. Поэтому при контакте с продуктами питания необходимо пользоваться специальной чистой одеждой и обувью, **предназначенной только для этой**.
Надеть чистую одежду, головной убор и обувь, предназначенную для работы с пищевыми продуктами (такая специальная рабочая одежда храниться отдельно от личной одежды и обуви, ее стирка организуется отдельно).		
Снять ювелирные украшения, часы и другие бьющиеся предметы, не застегивать спецодежду булавками, убрать посторонние предметы из карманов.		Попадание посторонних предметов и частиц (волос, щетинок, кусочков лака, булавок) в пищу недопустимо!
Если Вы повар – лучше коротко подстригайте ногти и не покрывайте их лаком.		Это может быть фактором передачи инфекции, химического загрязнения и механической опасности.

ЧТО ДЕЛАТЬ?		ПОЧЕМУ ЭТО ВАЖНО?
Подобрать волосы под колпак (косынку) или надеть специальную сеточку для волос.		
Перед началом работы тщательно вымыть руки с **мылом.** (как это лучше всего сделать см. далее)		На коже рук могут находиться болезнетворные микроорганизмы и яйца паразитов, которые при попадании в пищу вызывают тяжелые заболевания, пищевые отравления.
Дополнительно можно воспользоваться кожным антисептиком для рук.		Помните, использование антисептика не заменяет мытье рук с мылом! Антисептик сам по себе не удаляет загрязнение!
При сервировке и порционировании блюд (т. е. при непосредственном контакте рук с готовой пищей) пользуйтесь одноразовыми перчатками. Меняйте перчатки на **новые** при нарушении их целостности и после гигиенических перерывов в работе.		Это предотвратит загрязнение готовых блюд. Помните, использование перчаток не заменяет мытья рук!

МОЙТЕ РУКИ:

- Перед тем, как начать готовить, сервировать, порционировать блюда.
- После посещения туалета.
- После контакта с такими предметами, как телефоны, выключатели, дверные ручки, кассовые аппараты и деньги.
- После уборки, сбора отходов и выноса мусора.
- После чихания и кашля.

ЛУЧШЕ ВСЕГО МЫТЬ РУКИ ТАК:

Шаг 1.
Закатайте рукава, возьмите мыло. (лучше использовать жидкое мыло в дозаторе)



Шаг 2.
Смочите руки в теплой воде.



Шаг 3.
Хорошенько мыльте руки в течение 25 секунд.



Шаг 4.
Не забудьте промыть между пальцев, тыльную сторону ладоней, запястья и под ногтями.



Шаг 5.
Ополосните руки теплой проточной водой.



Шаг 6.
Хорошо просушите руки одноразовым полотенцем*.



* Пользуясь тем же самым полотенцем, закройте им кран, полотенце утилизируйте. Если используете простое полотенце, следите за его чистотой; влажное грязное полотенце – хорошая среда для размножения болезнетворных микробов.

ЗАПОМНИТЕ:

ЧТО ДЕЛАТЬ?		ПОЧЕМУ ЭТО ВАЖНО?
При посещении туалета снимайте свою рабочую одежду в специально отведенном месте или надевайте сверху халат. **После посещения туалета тщательно вымойте руки с мылом!**		Туалетные комнаты – зона повышенного биологического загрязнения!
При появлении первых признаков простуды (боль в горле, насморк, температура), болей в животе, поноса, нагноений на коже, порезов, ожогов – сразу **сообщайте об этом руководству** и обращайтесь в медицинское учреждение.		Продолжая контактировать с пищевыми продуктами, Вы будете источником болезнетворных микроорганизмов и других биологических агентов, что создает угрозу для здоровья гостей и качества выпускаемой пищевой продукции.
Сообщайте руководству обо всех случаях заболеваний кишечными инфекциями в семье.		Часто работник может быть носителем болезнетворных агентов даже при отсутствии явных симптомов болезни.
Не рекомендуется принимать пищу на рабочем месте (на кухне, в цехе, на складе).		Это может привести к загрязнению пищевой продукции. В производственных помещениях запрещается **проживание** людей, **хранение личных вещей** и комнатных растений.

ВАЖНО!

Слесари, электромонтеры, ремонтники, находящиеся на кухне или в складских помещениях, должны быть одеты **в чистую специальную одежду**, переносить инструменты в специальных закрытых ящиках. При проведении ремонтных работ в производственных помещениях изготовление в них пищевой продукции не допускается!

ЗАПОМНИТЕ:

ЧТО ДЕЛАТЬ?		ПОЧЕМУ ЭТО ВАЖНО?
При посещении туалета снимайте свою рабочую одежду в специально отведенном месте или надевайте сверху халат. **После посещения туалета тщательно вымойте руки с мылом!**		Туалетные комнаты – зона повышенного биологического загрязнения!
При появлении первых признаков простуды (боль в горле, насморк, температура), болей в животе, поноса, нагноений на коже, порезов, ожогов – сразу **сообщайте об этом руководству** и обращайтесь в медицинское учреждение.		Продолжая контактировать с пищевыми продуктами, Вы будете источником болезнетворных микроорганизмов и других биологических агентов, что создает угрозу для здоровья гостей и качества выпускаемой пищевой продукции.
Сообщайте руководству обо всех случаях заболеваний кишечными инфекциями в семье.		Часто работник может быть носителем болезнетворных агентов даже при отсутствии явных симптомов болезни.
Не рекомендуется принимать пищу на рабочем месте (на кухне, в цехе, на складе).		Это может привести к загрязнению пищевой продукции. В производственных помещениях запрещается **проживание** людей, **хранение личных вещей** и комнатных растений.

ВАЖНО!

Слесари, электромонтеры, ремонтники, находящиеся на кухне или в складских помещениях, должны быть одеты **в чистую специальную одежду**, переносить инструменты в специальных закрытых ящиках. При проведении ремонтных работ в производственных помещениях изготовление в них пищевой продукции не допускается!

Правила мытья рук

Основная задача мытья рук – предотвращение перекрёстного микробиологического загрязнения сырья, пищевой продукции и оборудования, которое может привести к заражению готовой продукции.

Персонал обязан мыть руки при смене работ, а также:

- до начала обработки пищевой продукции;
- после: посещения туалета; причёсывания волос или контакта с волосами; еды, питья, курения; кашля или сморкания; выноса мусора; контакта с внешней тарой; после проведения уборки.

На предприятии должны быть в достаточном количестве и в необходимых местах производства устройства для мытья, просушивания и дезинфекции рук. Следует установить раковины, специально предназначенные для мытья рук и отделённые от раковин для мытья пищевых продуктов и мест для мойки оборудования.

Умывальные раковины должны быть оснащены мылом, кожным антисептиком, одноразовыми рулонными полотенцами, ведром для мусора с педальным устройством и инструкцией по мытью рук.

Перед мытьем рук нужно убедиться в отсутствии украшений, закатайте рукава. Откройте кран, смочите руки в теплой воде перед нанесением мыла. Хорошенько намыльте руки и мойте в течение 20 секунд (не менее) под проточной водой комфортной температуры (не горячей).

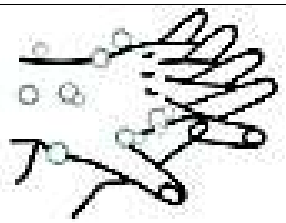
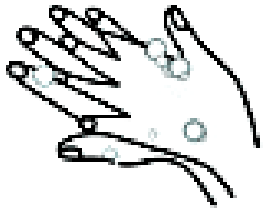
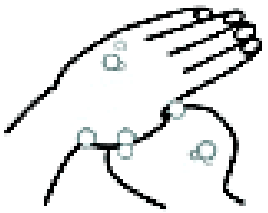
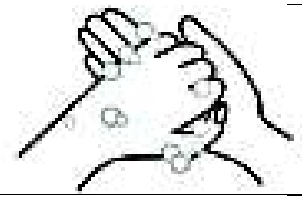
Необходимо соблюдать технику мытья рук. Для этого нужно промывать не только ладони, но и тыльные стороны и боковые края ладоней обеих рук. Намыливая руки, уделять особое внимание кончикам пальцев, межпальцевым промежуткам и пространству под ногтями, запястьям. Смывать водой и намыливать вновь – повторное намыливание позволяет удалить микробы из пор, которые раскрываются в процессе мытья рук.

После мытья рук необходимо выключить воду тыльной поверхностью ладони или предплечьем (если смеситель однозахватный).

Вытирайте руки рулонным одноразовым полотенцем насухо. При необходимости, на высушенные руки нанесите кожный антисептик в соответствии с инструкцией по применению.

Для повседневной гигиенической и антисептической обработки рук необходимо использовать сертифицированную для применения на пищевых производствах продукцию. Помимо этого, необходимо учитывать кратность обработки рук персоналом. Средства не должны вызывать раздражение, покраснение кожи рук, а также аллергических реакций при постоянном использовании.

Таблица 1.5 – Правила мытья рук

Рисунок	Правила мытья рук
	Намочите руки и предплечье в раковине для мытья рук
	Одним нажатием на дозатор нанесите порцию мыла на руку и потрите руки, чтобы добиться образования пены
	Намыливайте руки до предплечий, разотрите по внутренней стороне ладоней и между скрещёнными пальцами
	Затем по тыльной стороне рук и между пальцами
	Сцепите пальцы рук и совершите несколько вращательных движений
	Обхватите большие пальцы поочерёдно и сделайте несколько вращательных движений кистью
	Потрите кончиками пальцев о противоположную ладонь
	Ополосните руки и предплечья тёплой проточной водой. Вода должна стекать вниз с предплечий до кончиков пальцев
Оторвите бумажные полотенца в количестве 1–2 шт. Высушите руки с их помощью. Закройте кран с помощью бумажного полотенца. Обработайте руки дезинфицирующим средством.	

Правила ношения маски

Во время работы необходимо носить средства индивидуальной защиты органов дыхания – маски.

Перед тем как надеть маску, необходимо вымыть руки с мылом и обработать их антисептиком.

Убедитесь в целостности маски, нет ли на ней дефектов и повреждений.

Специальные складки на маске необходимо развернуть. Надевать маску следует так, чтобы она закрывала рот, нос, подбородок и плотно фиксировалась (при наличии завязок на маске их следует крепко завязать). Вшитую гибкую пластину в области носа необходимо плотно прижать к спинке носа для обеспечения более плотного прилегания к лицу.

Не используйте одноразовые маски повторно.

Многоразовую маску стирать с применением моющих средств и обеззараживать с помощь хлорсодержащих и кислородных отбеливателей. После просушивания маску необходимо прогладить горячим утюгом с двух сторон.

Менять маску необходимо 1 раз в 3 часа (или чаще). Если маска стала влажной, её следует заменить на чистую и сухую. Если причиной влажности изделия стали кашель или чихание, маску необходимо заменить на чистую. Одноразовую маску выбросить в мусорный контейнер с крышкой. Многоразовую маску поместить в герметичный мешочек для последующей стирки.

При использовании маски избегайте прикосновений к ней руками. Прикоснувшись к маске, необходимо вымыть руки и обработать кожным антисептиком.

Соблюдение «респираторного этикета»

При кашле и чихании прикрывайте нос и рот носовым платком, предпочтение отдайте одноразовым платкам, которые необходимо выбросить сразу после использования и затем вымыть руки.

При отсутствии носового платка рекомендуется чихать и кашлять в сгиб локтя, ограничив рукавом пространство распространения вирусов и сохранив в чистоте собственные руки.

Не прикасайтесь к лицу руками, особенно к губам, носу и глазам.

Рекомендуется регулярно промывать нос.

Избегайте общения с кашляющим и чихающим человеком, держитесь от него на расстоянии не менее 1 метра.

Увеличьте расстояние между продавцом и покупателем. Если продавец сидит за кассой – поставьте перед кассой, к примеру, небольшой столик.

Поставьте на кассе защитную пластиковую перегородку, обеспечив барьер между продавцом и покупателем.

Уменьшите очередь на кассе путем увеличения количества работающих касс.

Соблюдение дезрежима на предприятии

По окончании рабочей смены (не реже, чем через 6 часов) проветривайте помещения предприятия и проводите влажную уборку с использованием моющих и дезинфицирующих средств, обращая внимание на дверные ручки, поручни, столы, спинки стульев (подлокотники кресел), витрины самообслуживания, компьютерные клавиатуры и мышки, телефонные аппараты, пульты управления, панели оргтехники общего пользования и другие предметы, к которым прикасаетесь на работе.

На предприятиях торговли каждые 2 часа проводите мойку и дезинфекцию корзинок и тележек, используемых покупателями, уделяя особое внимание ручкам.

Соблюдайте время экспозиции и концентрацию рабочего раствора дезинфицирующего средства в соответствии с инструкцией.

Поддерживайте чистоту поверхностей, к которым прикасаются продавцы и покупатели.

Назначьте ответственного за проветривание и влажную уборку.

Установите антисептические средства на кассах: гели, спреи, салфетки.

Разместите дезинфицирующее средство для покупателей через дозаторы при входе (выходе) из магазина.

Делайте перерывы в работе (например, пять минут, каждые полчаса) для мытья рук и обработки кассовой зоны антисептиком.

Применяйте в рабочих помещениях (в отсутствие людей) бактерицидные лампы, рециркуляторы воздуха закрытого типа с целью регулярного обеззараживания воздуха (по возможности).

1.5 Дезинфекция, дезинсекция, дератизация

1.5.1 Дезинфекция

Дезинфекция (точнее, профилактическая дезинфекция) как составная и неотъемлемая часть противоэпидемических мероприятий представляет собой комплекс специальных мер, направленных на предотвращение контаминации микроорганизмами различных объектов внешней среды (поверхности предметов, мебели, оборудования, инвентаря, инструментария, кожных покровов рук и лица, воздуха, воды и др.). Основными объектами профилактической дезинфекции в организациях являются помещения с массовым пребыванием людей (не только персонала, но и посетителей).

Дезинфе́кция – это комплекс мероприятий, направленный на уничтожение возбудителей инфекционных заболеваний и разрушение токсинов на объектах внешней среды для предотвращения попадания их на кожу, слизистые и раневую поверхность. Является одним из видов обеззараживания.

Дезинфекция уменьшает количество микроорганизмов до приемлемого уровня, но полностью может их и не уничтожить.

Цель дезинфекции – профилактика распространения инфекционных заболеваний для формирования и поддержания безопасных условий жизни объектам, путем уничтожения (обеззараживания) патогенных и условно-патогенных микроорганизмов (кроме споровых форм) с объектов внешние среды, медоборудования, инструментария или кожных покровов.

Задачей дезинфекции является предупреждение или ликвидация процесса накопления, размножения и распространения возбудителей заболеваний путем их уничтожения или удаления на объектах и предметах, обеспечивая этим прерывание путей передачи заразного начала от больного к здоровому.

Дезинфекции должны подвергаться все изделия, не имеющие контакта с раневой поверхностью, кровью или инъекционными препаратами.

Общее руководство дезинфекционными мероприятиями возлагается на руководителя организации (соответствующего объекта) либо иное лицо, определенное работодателем в качестве ответственного за их надлежащее проведение. Непосредственное выполнение дезинфекционных мероприятий возлагается на работников организации (иных лиц, привлекаемых к выполнению таких мероприятий в соответствии с гражданско-правовым договором), обладающих необходимой квалификацией.

Уточним, что к работе с дезинфицирующими средствами не допускаются лица в возрасте до 18 лет и лица, которым выполнение соответствующих видов работ противопоказано по состоянию здоровья (в частности, лицам с аллергическими заболеваниями и др.). Работники, допущенные к обращению с дезинфекционными средствами, должны:

• регулярно проходить медицинские осмотры, обучение по охране труда (в части соблюдения мер безопасности при обращении с дезинфицирующими средствами);

• обеспечиваться в установленном порядке средствами индивидуальной защиты, санитарно-бытовым и лечебно-профилактическим обслуживанием;

• соблюдать при обращении с дезинфицирующими средствами меры безопасности, предусмотренные МР 3.5.0071-13, иными нормативными актами.

Уничтожение инфекционного начала во внешней среде не устраняет ещё основных источников инфекции (нераспознанные микробоносители). Поэтому дезинфекция играет значительную роль только в общем комплексе противоэпидемичеких и противоэпизоотических мероприятий.

Для проведения дезинфицирующих мероприятий применяют специальные химические препараты, а также растворы органических веществ, которые обладают дезинфицирующими свойствами.

Дезинфекта́нт – агент, действующее вещество дезинфекции. Обычно используются химические дезинфицирующие средства, например, формальдегид или гипохлорит натрия, растворы органических веществ, обладающих

дезинфицирующими свойствами: хлоргексидин, четвертичные аммонийные соединения (ЧАСы), надуксусная кислота, полигуанидины (ПГМГ-ГХ).

Различают следующие уровни дезинфекции.

Высокий – направлен на уничтожение всех микроорганизмов за исключением споровых форм бактерий.

Средний – уничтожаются микобактерии туберкулеза, вегетативные формы бактерий, вирусы, грибы.

Низкий – уничтожаются большинство бактерий, отдельные виды вирусов, грибов.

Различают профилактическую, текущую и заключительную дезинфекцию:

• *профилактическая* – проводится постоянно, независимо от эпидемической обстановки: мытьё рук, окружающих предметов с использованием моющих и чистящих средств, содержащих бактерицидные добавки.

◦ *плановая профилактика*

◦ *внеплановая профилактика*

• *текущая* – проводится у постели больного, в изоляторах медицинских пунктов, лечебных учреждениях с целью предупреждения распространения инфекционных заболеваний за пределы очага.

• *Заключительная* – проводится после изоляции, госпитализации, выздоровления или смерти больного с целью освобождения эпидемического очага от возбудителей, рассеянных больным.

Методы дезинфекции:

1. *Механический* – предусматривает удаление заражённого слоя грунта или устройство настилов, механическое удаление частиц с поверхностей и из воздушной среды путем проветривания, очистки поверхностей, стирки, вентиляции. К механическому способу дезинфекции также относят фильтрацию воздуха, воды, удаление зараженного грунта. Невозможно удалить все патогенные организмы механическим методом, поэтому он обычно используется в сочетании с физическим или химическим методом дезинфекции.

2. *Физический* – обработка лампами, излучающими ультрафиолет, или источниками гамма-излучения, кипячение белья, посуды, уборочного материала, предметов ухода за больными и др. В основном применяется при кишечных инфекциях.

Кипячение используется для обработки белья (кипятят в мыльно-содовом растворе в течение 2 часов), посуды (в 2% содовом растворе в течение 15 минут), питьевой воды, игрушек, пищи. Паровоздушная смесь является действующим началом в пароформалиновой дезинфекционной камере; в дезинфекционных камерах обеззараживают вещи больного и постельные принадлежности. Ультрафиолетовое облучение используется для обеззараживания воздуха помещений в лечебных и других учреждениях (лампа БУВ-15 или БУВ-30).

3. *Химический* (основной способ) заключаются в использовании дезинфицирующих средств, губительно воздействующих на болезнетворные организмы и разрушающих токсины. Часто для проведения химической дезинфекции используются хлорсодержащие и спиртовые препараты, перекись водорода, формалин.

4. *Биологический* – основан на антагонистическом действии между различными микроорганизмами, действии средств биологической природы. Применяется на биологических станциях, при очистке сточных вод.

5. *Комбинированный* – основан на сочетании нескольких из перечисленных методов (например, влажная уборка с последующим ультрафиолетовым облучением).

Бытовая дезинфекция

В повседневной жизни человек часто сталкивается с необходимостью продезинфицировать участок кожи, будь то порез, ссадина, укус или для медицинских целей – инъекция, сбор крови на анализ и т.п.

На протяжении длительного времени для обеззараживания кожных покровов применялись ватные, марлевые шарики смоченные раствором этилового спирта. Сбыт, хранение и использование этилового спирта сопряжены с определенной долей риска. За рубежом на протяжении уже длительного времени для дезинфекции кожи используют специальные одноразовые спиртовые салфетки. С некоторых пор и в России они получили распространение и стали атрибутом не только кабинета врача или аптечки автомобилиста или врача скорой помощи, но и обычной домашней аптечки. Спиртовые салфетки не удобны в применении по сравнению с марлевыми шариками, поскольку, марлевые шарики удобно доставать из банки со спиртом стерильным корнцангом, в связи с чем непосредственный контакт минимален, также как и возможность инфицирования обрабатываемой поверхности, объём захватываемого ими спирта гораздо больше по сравнению со спиртовыми салфетками, а следовательно, и дольше время воздействия спирта на обрабатываемую поверхность и выше степень подавления микроорганизмов.

Требования к дезинфицирующим средствам и способы дезинфекции

Для осуществления дезинфекционных мероприятий в организациях (на соответствующих объектах) должен быть создан запас дезинфицирующих средств, разрешенных к применению в установленном порядке. Современные дезинфицирующие средства должны иметь свидетельство о государственной регистрации, декларацию о соответствии, инструкцию о порядке обращения с ними.

Общие требования к проведению дезинфекционных мероприятий

1. При приготовлении рабочих растворов следует избегать их попадания на кожу и в глаза. Все работы с дезинфицирующими средствами необходимо проводить с учетом характеристик применяемого дезинфицирующего

средства в средствах индивидуальной защиты (перчатках, очках, респираторе).

2. Ветошью (раздельной для каждого вида работ), смоченной дезинфицирующим раствором, протирают оборудование, удаляют видимые загрязнения со стен, после чего моют полы.

3. Уборочный инвентарь должен иметь четкую маркировку с указанием помещений и видов уборочных работ, использоваться строго по назначению и храниться раздельно. После использования уборочный инвентарь промывается, дезинфицируется, просушивается и хранится в специально предусмотренном для этих целей помещении (при этом уборочный инвентарь для санузлов хранится отдельно от прочего уборочного инвентаря).

4. Обработка объектов включает комплекс мероприятий, состоящий из сухой и влажной уборки и дезинфекции, направленный на максимальное уменьшение бактериальной и вирусной обсемененности поверхностей.

5. Все материалы и оборудование, используемые для уборки и дезинфекции, должны быть исправными, безупречно чистыми. Нельзя использовать ломкие швабры, ветхую ветошь, емкости с внешними признаками повреждения и коррозии.

6. Непосредственно перед проведением дезинфекции необходимо проводить механическую очистку поверхностей.

7. Все загрязнения, кроме биологических жидкостей, необходимо удалять аккуратно, чтобы избежать распыления частиц в воздухе. При загрязнении поверхностей биологическими жидкостями такие поверхности необходимо предварительно дезинфицировать в соответствии с инструкцией на применяемое дезинфицирующее средство.

8. При уборке любого электротехнического оборудования необходимо удостовериться, что оно отключено от источника энергии.

9. По окончании дезинфекции (времени экспозиции) поверхности – при наличии на них остатков рабочего раствора дезинфицирующего средства – протирают ветошью, смоченной водой, после чего осуществляют проветривание помещения до полного удаления запаха дезинфицирующего средства.

10. Для обеззараживания использованных уборочных материалов (губок, салфеток и т.п.) их следует замачивать в дезинфицирующих средствах в соответствии с инструкцией.

11. Контроль качества дезинфекции осуществляют путем взятия смывов с поверхностей (с последующим проведением микробиологических исследований).

12. Во время работы с дезинфицирующими средствами персоналу запрещается пить, курить, принимать пищу. После работы необходимо вымыть руки с мылом.

Хранение дезинфицирующих средств организуется в пригодных для этой цели помещениях. Доступ к дезинфицирующим средствам должен иметь только персонал, прошедший соответствующее обучение.

Дезинфицирующие средства, используемые для проведения дезинфекционных мероприятий, должны обладать широким спектром действия в отношении всех видов микроорганизмов, в том числе бактерий, вирусов, грибов, микобактерий туберкулеза, а также возбудителей особо опасных инфекций в сочетании с хорошими физико-химическими свойствами (быстрой растворимостью в воде), моющими и дезодорирующими свойствами. На каждое применяемое организацией дезинфицирующее средство должны быть определены нормы расхода, концентрация, время экспозиции, способы и кратность обработки.

Для уничтожения различных видов микроорганизмов, в том числе бактерий, вирусов, грибов, предпочтение следует отдавать хлорсодержащим средствам, кислородосодержащим, композиционным препаратам. Такую дезинфекцию следует проводить в отсутствие персонала и посетителей.

Оптимальный способ дезинфекции определяется в зависимости от характеристик объектов, подлежащих обработке, и свойств применяемого дезинфицирующего средства. Основными способами дезинфекции являются протирание, орошение и погружение (они могут применяться по отдельности или в комбинации).

1.5.2 Дезинсекция

Дезинсекция (фр. *dés*-, означающая уничтожение, удаление + лат. *Insectum* – насекомое) – один из видов обеззараживания, представляющий собой уничтожение членистоногих (насекомых и клещей), способных переносить трансмиссивные инфекции, вредить запасам продовольствия и растениям, с помощью специальных химических средств, физических средств (путём воздействия горячей воды или пара, электроразрядные, механические) или с помощью биологических средств.

Под дезинсекцией также понимается процедура уничтожения любых насекомых, чьё соседство с человеком считается нежелательным: мухи, комары, тараканы, муравьи, постельные клопы, блохи и т.д.

Говоря простым языком дезинсекция – это комплекс мер, направленных на избавление от вредных или зараженных насекомых.

Профилактическая дезинсекция – применение средств, которые создают неблагоприятные условия для развития и распространения на дезинсецируемой территории вредных насекомых – тараканов, клопов, вшей и т.д. Профилактика заключается в соблюдении чистоты в доме, применении защитных сеток на окнах и дверях и недопущении попадания вредных насекомых в помещение

Профилактическая дезинсекция предусматривает комплекс процедур, нацеленных на создание неблагоприятных условий для появления, развития и размножения на объекте насекомых и клещей. Для медицинских учреждений, жилых объектов и гостиниц она, как правило, заключается в систематической

стирке и смене постельного белья, частой уборке помещений, очистке канализационных труб и плановой уборке окружающей территории.

Полное истребление – применение спецсредств, смертельных для насекомых, против которых направлена дезинсекция.

Очаговая дезинсекция проводится в местах вспышки острых инфекционных заболеваний, переносчиками которых являются членистоногие. Она заключается в полном истреблении переносчиков инфекционных и трансмиссивных болезней на различных стадиях их развития. В зависимости от степени заражения объекта насекомыми, для очаговой дезинсекции применяют физические, механические, химические, биологические средства, а также кишечные инсектициды и фумиганты.

Очаговая дезинсекция делится на два подвида:

• *Текущая,* которая предусматривает уничтожение переносчиков и на самом источнике инфекции, и в его окружении. Важное значение текущая дезинсекция имеет при возникновении таких антропонозов, как сыпной и возвратный тифы, при малярии, лихорадке паппатачи. Опыт показывает, что тщательное уничтожение насекомых при этих патологиях полностью исключает вероятность появления новых заражений вокруг пациента.

• *Заключительная* – без нее невозможно обойтись в борьбе с такими болезнями, как сыпной и возвратный тиф. Нужно помнить, что эпидемиологическая эффективность данного вида дезинсекции зависит от своевременного определения не только размеров и локализации очага, но и качества её проведения.

Виды дезинсекции

• *Медицинская* дезинсекция проводится в больницах, медицинских клиниках, поликлиниках, родильных домах, психиатрических больницах, санаториях и других медицинских учреждениях. Её цель направлена на достижение полной санитарии внутри помещения и на окружающей территории объекта. Для исключения развития платяных вшей, клопов, блох, тараканов моли и клещей должно проводиться систематическое принятие водных процедур у пациентов, стирка одежды и постельного белья, частая уборка помещений, включая хлорирование. Во избежание появления влаголюбивых насекомых внутри медицинского объекта, канализационная, водопроводная и отопительная системы должны соответствовать всем техническим требованиям.

• *Ветеринарная* дезинсекция заключается в создании благоприятных и безопасных условий для функционирования ветеринарных клиник, приютов для бездомных животных и подобных учреждений. Поскольку многие животные становятся неумышленными объектами паразитирования клещей и вшей, существует вероятность, что данные учреждения могут быть подвергнуты заражению членистоногими. В связи с этим в центрах лечения домашних животных и приютах для бездомных животных осуществляется систематический комплекс профилактических дезинсекционных мероприятий.

• *Сельскохозяйственная дезинсекция* – это комплекс процедур по уничтожению членистоногих, которые препятствуют нормальному развитию зерновых, зернобобовых, технических и других культур, что также приводит к экономическому убытку. Для осуществления процедур по сельскохозяйственной дезинсекции используются средства с химическим составом (яды, пестициды, инсектициды), которые наносятся на поверхность растений посредством распыления с авиатехники или оросительных систем. Скот в заражённых областях можно купать в специально оборудованных в земле бассейнах, куда заливают эффективные препараты – в тропических странах это повседневная практика.

У дезинсекторов есть непреложное правило – все препараты для дезинсекции не должны наносить вред живым существам (растениям, животным и людям). Также обывателям не стоит забывать о том, что существует определенный свод правил, которые позволяют очистить территорию быстро и эффективно. Поэтому проводить дезинсекцию должны только профессионалы.

Методы дезинсекции

• *Механические средства*, как правило, малоэффективный способ уничтожения членистоногих, но эффективное средство защиты от их укусов. Он предусматривает использование москитных сеток на окнах и вокруг кроватей, и защитных костюмов. Для уничтожения насекомых применяются электрические мухоловки, липкая лента и бумага.

• *Физические средства* дезинсекции предусматривают использование специального оборудования, с помощью которого проводится распыление холодного тумана, горячего тумана, а также дезинсекция теплом. Генераторы туманов и нагревательные печи классифицируются в зависимости от возможной площади обработки и делятся на стационарные и мобильные. Помимо данных более современных способов физической дезинсекции, в очагах распространения чесотки и педикулеза проводится кипячение постельного белья, одежды и обуви.

• *Биологический способ* зачастую применяется для уничтожения личинок мух и комаров. С этой целью используются микробиологические инсектициды, которые являют собой споры энтомопатогенных микроорганизмов и токсины. Наиболее часто биологический метод дезинсекции проводится в небольших водоёмах, подвалах и складских помещениях.

• *Химический способ* подразумевает использование специальных препаратов, которые для каждого вида членистоногих отличаются своим химическим составом. Для уничтожения насекомых применяют инсектициды, клещей – акарициды, личинок – ларвициды, яиц насекомых – овициды. По способу воздействия на вредителей данные средства также отличаются.

Воздействие на насекомых

Для истребления определённого вида членистоногих специально подбирается определённый способ дезинсекции для достижения максимальной эффективности. Так, для уничтожения рыжих домовых муравьёв, тараканов, мух и других организмов с грызущим или лижуще-сосущим ротовым аппаратом зачастую применяются кишечные инсектициды.

Использование фумигантов эффективно для большинства насекомых, так как поражает дыхательные пути. Тем не менее, распыление фумигационного тумана возможно не на всех объектах, так как данная процедура требует максимальной герметичности помещения, чтобы выделяемое из генератора тумана газообразное вещество полностью заполнило все пространство. Но наиболее часто применяются контактные яды, которые воздействуют на представителей членистоногих непосредственно через контакт с внешними покровами их тела.

1.5.3 Дератизация

Дератизация (фр. *dératisation* – дословно «уничтожение крыс») – комплексные меры по уничтожению грызунов (крыс, мышей, полёвок и др.).

Дератизационные мероприятия включают в себя комплекс организационных, профилактических, истребительных мер, проводимых юридическими и физическими лицами, с целью ликвидации или снижения численности грызунов и уменьшения их вредного воздействия на человека и окружающую его среду.

Комплекс профилактических мероприятий направлен на лишение грызунов пищи, питья, мест для устройства нор и гнёзд, исключение условий возможного проникновения грызунов на объект.

Существует несколько различных способов: пищевые ядохимикаты (в виде приманок), капканы, газообразные яды, электронные и клеевые ловушки. В отличие от них, рекламируемые ультразвуковые отпугиватели не имеют никакого эффекта. Есть множество высокоэффективных самодельных приспособлений для ловли крыс и мышей. Проблема дератизации против крыс остро встает по окончании лета, когда расплодившаяся популяция животных ищет места для зимовки.

Обследование объектов и прилегающей к ним территории, транспортных средств, рекреационной зоны населенного пункта, природных и антропургических очагов (далее – объекты) направлено на обнаружение грызунов, определение их видовой принадлежности, численности, особенностей размещения, путей передвижения с целью выбора оптимальной тактики снижения численности грызунов, а также на оценку санитарно-гигиеничес-кого и инженерно-технического состояния объекта.

При обследовании объектов применяются субъективная оценка и объективные методы обнаружения грызунов.

Субъективная оценка включает в себя выявление следов жизнедеятельности грызунов – свежие норы, помет или погрызы, наличие жалоб на грызунов, характер и масштабы причиняемого ими вреда, определение периодичности и ритма появления грызунов на объекте.

Объективное обнаружение грызунов на объекте проводится контрольно-пылевыми (следовыми) площадками, ловушками, капканами, неотравленными приманками, тампонированием, заклеиванием нор и другими методами.

По результатам обследования оценивается состояние объектов и прилегающей к нему территории.

Объект и территория считаются заселенной грызунами при наличии хотя бы одного из следующих признаков:

а) наличие отловленного грызуна;

б) обнаружение следов грызунов на контрольно-пылевых (следовых) площадках;

в) открытое перемещение грызунов по объекту или территории;

г) наличие жилых нор, свежего помета, повреждение продуктов, тары и других предметов;

д) поедание грызунами разложенной приманки.

Объект считается свободным от грызунов, если отсутствуют все вышеперечисленные признаки.

Основные виды дератизации:

Профилактическая дератизация – комплекс мер, которые направлены на устранение благоприятных условий для появления различных видов грызунов. К этому виду дератизации относится, например, перекрытие доступа грызунов к местам, подходящим для устройства нор или перекрытие доступа к пище.

Истребительная дератизация – меры, которые принимаются в случае, когда грызуны уже появились в помещении и направленные на полное их уничтожение и принятие мер для этого.

Профилактические меры

Для эффективности дератизации истребительные мероприятия принято сочетать с профилактическими, направленными на создание неблагоприятных условий для гнездования и размножения грызунов, а также на их возможность проникновения в помещения. Для этого вентиляционные ходы заделывают металлической сеткой, окна подвалов и чердаков остекляют, в подвальных помещениях устанавливают электрический барьер, а придомовая территория и кормовые базы в виде мусорных станций обрабатываются ядами.

Биологические методы

Исторически признанными средствами против грызунов (мышей и крыс) были и остаются кошки-крысоловы и собаки-крысоловы.

Химические методы

Химический метод борьбы с грызунами подразумевает уничтожение крыс и избавление от мышей посредством препаратов, являющихся ядами для грызунов. Препараты, как правило, размещаются на чердаках и подвалах, возле мусорных контейнеров, в темных углах производственных помещений. Особенно эффективен химический способ борьбы с грызунами против обычных домашних мышей и полевок.

Дератизация при помощи электрического тока

Дератизация помещений с использованием электрического тока проводится посредством специальных приспособлений – охранно-защитной дератизационной системы (ОЗДС).

Устройства ОЗДС представляют собой совокупность высоковольтных барьеров, устанавливаемых по периметру заселённых крысами помещений, и перекрывающих все возможные места кормления и пути миграции крыс.

Системы были разработаны специально с учётом всех современных санитарно-эпидемиологических требований, стандартов безопасности и ГОСТов.

2 РЕЖИМ РАБОТ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА НА ОТКРЫТОЙ ТЕРРИТОРИИ ИЛИ В НЕОТАПЛИВАЕМОМ ПОМЕЩЕНИИ

Режим труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемом помещении – чередование периодов работы в охлаждающей среде, регламентированных допустимой степенью охлаждения человека, и отдыха в обогреваемом помещении в целях нормализации теплового состояния человека [12].

Холод, охлаждающая среда – комбинация физических факторов (температура воздуха, влажность воздуха, радиационная температура, скорость ветра), обусловливающих охлаждение человека и требующих применения соответствующих мер для снижения теплопотерь.

Охлаждение – превышение теплопотерь человека над величиной метаболизма в его организме, приводящее к образованию дефицита тепла в теле и сопровождающееся напряжением деятельности системы терморегуляции.

Комплект средств индивидуальной защиты от холода, СИЗ Х – комплект утепленной спецодежды и средств индивидуальной защиты от пониженных температур.

Климатический регион – часть территории Российской Федерации, характеризующаяся близкими значениями температуры воздуха и скорости ветра. Деление территории Российской Федерации дано в целях создания СИЗ Х с теплоизоляцией, соответствующей метеорологическим условиям каждого из регионов.

Климатический пояс – часть территории Российской Федерации, характеризующаяся близкими значениями метеофакторов и продолжительностью холодного периода.

Охлаждение человека как общее, так и локальное способствует изменению его двигательной активности, нарушает координацию и способность выполнять точные операции; вызывает тормозные процессы в коре головного мозга, способствует развитию патологии.

Основная роль в защите человека от холода принадлежит поведенческой терморегуляции, которая заключается в активном, целенаправленном регулировании термической нагрузки на организм. В связи с необходимостью проведения работ на открытой территории в холодный период года, а также в неотапливаемых помещениях большое значение имеют СИЗ от холода. Однако возможности должной защиты человека от охлаждения, особенно в суровых климатических условиях (пояса «особый», IV, III), с помощью одной лишь одежды ограничены, главным образом, по причине малой эффективности утепления стоп и кистей, а также в связи с охлаждением лица и органов дыхания. Указанное определяет необходимость регламентирования времени пребывания на холоде и времени, необходимого на обогрев, применительно к различным метеоусловиям, физической активности, теплоизоляции СИЗ Х.

При разработке требований к продолжительности непрерывного пребывания на холоде учитывалось следующее.

Охлаждение человека при работе на холоде в течение рабочей смены не превышает предельно допустимый уровень (таблица 2.1), тепловое ощущение – «прохладно». При однократном за рабочую смену пребывании на холоде охлаждение не должно быть более указанного в таблице 2.2 (тепловое ощущение – «прохладно», «холодно»).

Таблица 2.1 – Критерии предельно допустимого теплового состояния человека (нижняя граница)* для продолжительности холодного воздействия не более трех часов за рабочую смену

Показатель теплового состояния человека	Энерготраты, Вт/м^2				
	69	87	113	145	177
Температура тела ректальная, T_p, °С	36,9	37,1	37,2	37,5	37,7
Средневзвешенная температура кожи*, $T_к$, °С	31,0	30,5	29,5	28,5	27,5
Средняя температура тела*, $T_т$, °С	34,4	34,4	34,4	34,4	34,4
Изменение теплосодержания*, $\Delta Q_{тс}$, кДж/кг	4,82	4,82	4,82	4,82	4,82
Увеличение частоты сердечных сокращений*, $\Delta ЧСС$, уд./мин.	4	5	8	12	22
Влагопотери ΔP, г/ч	не характерны				
Теплоощущения*, $T_о$, баллы	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Разность между температурой кожи груди и стопы ($T_{кг} – T_{кс}$), °С	не характерна				
Температура тыла кисти*, $T_{тк}$, °С	24,0	23,5	23,0	22,5	22,0
Температура тыла стопы*, $T_{тс}$, °С	27,0	26,5	26,0	25,5	25,0
*Наиболее значимые показатели.					

*Снижение работоспособности: возможно снижение показателя координации движений до 20%.

Теплоизоляция комплекта СИЗ Х и его составляющих (головной убор, рукавицы, обувь) соответствует гигиеническим требованиям для различных климатических регионов (таблицы 2.3 и 2.4).

Таблица 2.2 – Критерии предельно допустимого теплового состояния человека (нижняя граница)* для продолжительности холодного воздействия не более одного часа за рабочую смену

Показатель теплового состояния человека	Энерготраты, Вт/м^2				
	69	87	113	145	177
Температура тела ректальная, T_p, °С	36,8	37,0	37,1	37,4	37,6
Средневзвешенная температура кожи*, $T_к$, °С	30,5	30,0	29,0	28,0	27,0
Средняя температура тела*, $T_т$, °С	34,1	34,0	33,6	33,4	33,1
Изменение теплосодержания*, $\Delta Q_{тс}$, кДж/кг	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
Увеличение частоты сердечных сокращений*, $\Delta ЧСС$, уд./мин.	3	4	7	10	18
Влагопотери ΔP, г/ч	не характерны				
Теплоощущения*, $T_о$, баллы	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Температура тыла кисти*, $T_{тк}$, °С	23,0	22,5	22,0	21,5	21,0
Температура тыла стопы*, $T_{тс}$, °С	26,0	25,5	25,0	24,5	24,0
*Наиболее значимые показатели.					

*Снижение работоспособности: возможно снижение показателя координации движений до 20%.

Таблица 2.3 – Требования к теплоизоляции комплекта СИЗ от холода

Климатический регион (пояс)	Средняя температура воздуха зимних месяцев, °С	Наиболее вероятная скорость ветра в зимние месяцы, м/с	Должная величина теплоизоляции комплекта СИЗ Х в реальных условиях его использования, $I_к$, м^2·°С/Вт	Должная величина теплоизоляции комплекта СИЗ Х в относительно спокойном воздухе, $I_к$, м^2·°С/Вт, при воздухопроницаемости внешнего слоя одежды, дм^3/м^2·с			
				10	20	30	40
IА (особый)	-25	6,8	0,513	0,669	0,714	0,764	0,823
IБ (IV)	-41	1,3	0,681	0,744	0,752	0,759	0,767
II (III)	-18	3,6	0,442	0,518	0,534	0,551	0,569
III (II)	-9,7	5,6	0,360	0,451	0,474	0,500	0,528

Таблица 2.4 – Требования к теплоизоляции головных уборов, обуви и рукавиц для различных климатических регионов (поясов)

Климатический регион (пояс)	Теплоизоляция*, $м^2 \cdot °С/Вт$ (не менее)		
	головного убора	обуви	рукавиц
IА (особый)	0,397	0,437	0,497
IБ (IV)	0,447	0,572	0,551
II (III)	0,329	0,422	0,403
*Измеренная в относительно спокойном воздухе			

Категория выполняемых работ (согласно СанПиН 2.2.4.548-96): Iб, IIа и IIб (энерготраты соответственно 88, 113 и 145 $Вт/м^2$).

Критерием продолжительности непрерывного пребывания в особо суровых метеорологических условиях является опасность обморожения лица и органов дыхания (таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Эквивалентные температуры для оценки комбинированного действия низких температур воздуха и ветра на незащищенные участки тела человека

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С											
	10,0	4,4	-1,1	-6,7	-12,2	-17,8	-23,3	-29,0	-34,4	-40,0	-45,6	-51,1
	Эквивалентная температура охлаждения, °С											
безветрие	10,0	4,4	-1,1	-6,7	-12,2	-17,8	-23,3	-29,0	-34,4	-40,0	-45,6	-51,1
2,2	8,9	2,2	-2,8	-8,9	-14,4	-20,6	-26,1	-32,2	-37,8	-43,9	-49,4	-55,6
4,4	4,4	-2,2	-8,9	-15,6	-22,8	-31,1	-36,1	-43,3	-50,0	-56,7	-63,9	-70,6
6,6	2,2	-5,6	-12,8	-20,6	-27,8	-35,6	-42,8	-50,0	-57,8	-65,0	-72,8	-80,0
8,8	0	-7,8	-15,6	-23,3	-31,7	-39,4	-47,2	-55,0	-63,3	-71,1	-78,9	-85,0
11,0	-1,1	-8,9	-17,8	-25,1	-33,9	-42,2	-50,6	-58,9	-66,7	-75,6	-83,3	-91,7
13,2	-2,2	-10,6	-18,9	-27,8	-36,1	-44,4	-52,8	-61,7	-70,0	-78,3	-87,2	-95,6
15,4	-2,8	-11,7	-20,0	-29,0	-37,2	-46,1	-55,0	-63,3	-72,2	-80,6	-89,4	-98,3
17,6	-3,3	-12,2	-21,1	-29,4	-38,3	-47,2	-56,1	-65,0	-73,3	-82,2	-91,1	-100,0
Ветер со скоростью больше 17,6 м/с дает дополнительный эффект	Незначительная опасность. Обморожение более чем за 1 ч при сухой коже				Высокая опасность. Опасность обморожения в течение 1 мин.				Очень высокая опасность. Обморожение наступает через 30 с			

Общие гигиенические требования
к режиму работ в охлаждающей среде

К работе на холоде допускаются лица, прошедшие медицинские осмотры в соответствии с действующими приказами Минздравсоцразвития России и не имеющие противопоказаний.

Работы в охлаждающей среде должны проводиться при соблюдении требований к мерам защиты работников от охлаждения.

Лиц, приступающих к работе на холоде, следует проинформировать о его влиянии на организм и мерах предупреждения охлаждения.

Работающие на открытой территории в холодный период года должны быть обеспечены комплектом СИЗ от холода, имеющим теплоизоляцию, соответствующую величинам, приведенным в таблице 2.6, для различных климатических регионов (поясов) (рисунок 2.1).

Таблица 2.6 – Требования к теплоизоляции комплекта СИЗ от холода

Климатический регион (пояс)	Средняя температура воздуха зимних месяцев, °С	Наиболее вероятная скорость ветра в зимние месяцы, м/с	Должная величина теплоизоляции комплекта СИЗ Х в реальных условиях его использования, $I_к$, $м^2 \cdot °С/Вт$	Должная величина теплоизоляции комплекта СИЗ Х в относительно спокойном воздухе, $I_к$, $м^2 \cdot °С/Вт$, при воздухопроницаемости внешнего слоя одежды, $дм^3/м^2 \cdot с$			
				10	20	30	40
IA (особый)	-25	6,8	0,513	0,669	0,714	0,764	0,823
IБ (IV)	-41	1,3	0,681	0,744	0,752	0,759	0,767
II (III)	-18	3,6	0,442	0,518	0,534	0,551	0,569
III (II)	-9,7	5,6	0,360	0,451	0,474	0,500	0,528

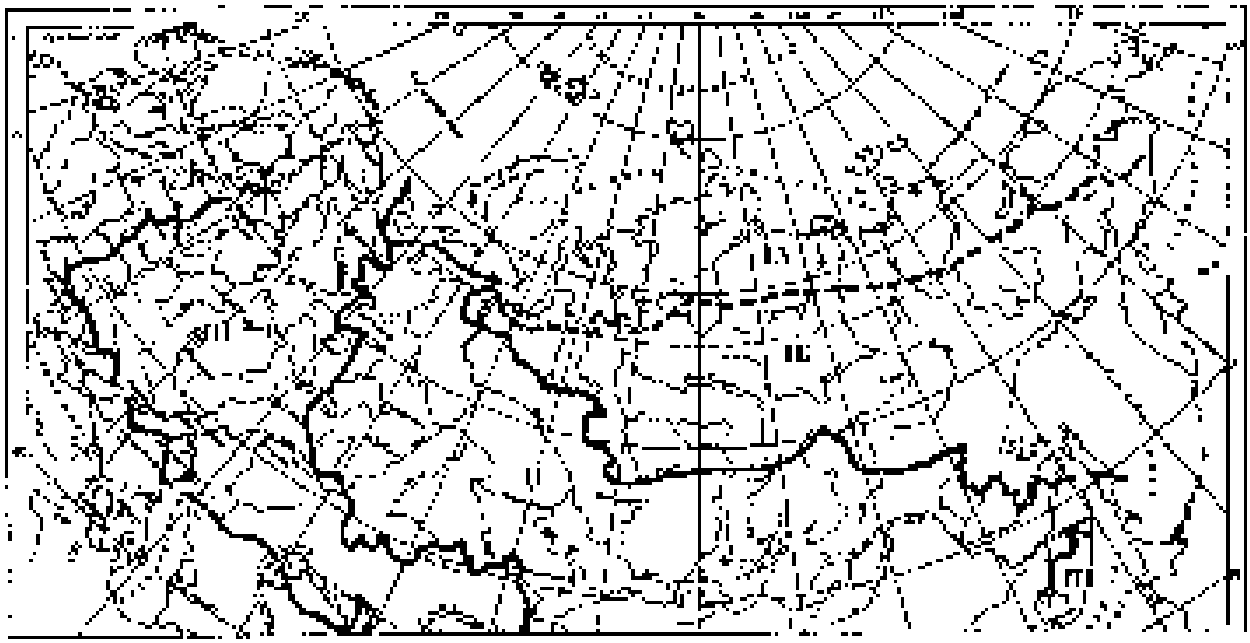


Рисунок 2.1 – Схема районирования территории РФ
по климатическим регионам

Во избежание локального охлаждения тела работников и уменьшения общих теплопотерь с поверхности тела их следует обеспечивать рукавицами, обувью, головными уборами, имеющими соответствующую теплоизоляцию (таблица 2.7).

Таблица 2.7 – Требования к теплоизоляции головных уборов,
обуви и рукавиц для различных климатических регионов (поясов)

Климатический регион (пояс)	Теплоизоляция <*>, $м^2 \cdot °C/Вт$ (не менее)		
	головного убора	обуви	рукавиц
IA (особый)	0,397	0,437	0,497
IБ (IV)	0,447	0,572	0,551
II (III)	0,329	0,422	0,403
III (II)	0,295	0,332	0,377
<*> Измеренная в относительно спокойном воздухе.			

При разработке внутрисменного режима работы на период рабочей смены следует ориентироваться на допустимую степень охлаждения работающих (см. таблицу 2.1), регламентируемую временем непрерывного пребывания на холоде и временем обогрева.

При определении продолжительности однократного за рабочую смену пребывания на холоде можно ориентироваться на предельно допустимую степень охлаждения человека (см. таблицу 2.2).

В целях нормализации теплового состояния температура воздуха в местах обогрева должна поддерживаться на уровне 21–25 °С. Помещение следует оборудовать устройствами для обогрева кистей и стоп, температура которых должна быть в диапазоне 35–40 °С.

В целях более быстрой нормализации теплового состояния организма и меньшей скорости охлаждения в последующий период пребывания на холоде в помещении для обогрева следует снимать верхнюю утепленную одежду, в связи с чем оно должно быть соответствующим образом оборудовано.

Во избежание переохлаждения работникам не следует во время перерывов в работе находиться на холоде в течение более 10 мин. при температуре воздуха до -10 °С и не более 5 мин. при температуре воздуха ниже -10 °С.

Перерывы на обогрев могут сочетаться с перерывами на восстановление функционального состояния работника после выполнения физической работы. В обеденный перерыв работник должен быть обеспечен «горячим» питанием. Начинать работу на холоде следует не ранее чем через 10 мин. после приема «горячей» пищи (чая и др.).

При температуре воздуха ниже -30 °С не рекомендуется планировать выполнение физической работы категории выше IIа. При температуре воздуха ниже -40 °С следует предусматривать защиту лица и верхних дыхательных путей.

При отсутствии защиты лица и органов дыхания работы на открытой территории не должны проводиться при сочетаниях температуры воздуха и скорости ветра, представляющих опасность обморожения через 1 мин. (таблица 2.8).

Интегральный показатель условий охлаждения (обморожения) – ИПУОО – следует определять согласно уравнению

$$ИПУОО = 34{,}654 - 0{,}4664 \cdot t_в + 0{,}6337 \cdot V,$$

где $t_в$ – температура воздуха, °С;

V – скорость ветра, м/с.

Таблица 2.8 – Эквивалентные температуры
для оценки комбинированного действия низких температур воздуха и ветра
на незащищенные участки тела человека

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С											
	10,0	4,4	-1,1	-6,7	-12,2	-17,8	-23,3	-29,0	-34,4	-40,0	-45,6	-51,1
	Эквивалентная температура охлаждения, °С											
безветрие	10,0	4,4	-1,1	-6,7	-12,2	-17,8	-23,3	-29,0	-34,4	-40,0	-45,6	-51,1
2,2	8,9	2,2	-2,8	-8,9	-14,4	-20,6	-26,1	-32,2	-37,8	-43,9	-49,4	-55,6
4,4	4,4	-2,2	-8,9	-15,6	-22,8	-31,1	-36,1	-43,3	-50,0	-56,7	-63,9	-70,6
6,6	2,2	-5,6	-12,8	-20,6	-27,8	-35,6	-42,8	-50,0	-57,8	-65,0	-72,8	-80,0
8,8	0	-7,8	-15,6	-23,3	-31,7	-39,4	-47,2	-55,0	-63,3	-71,1	-78,9	-85,0
	-1,1	-8,9	-17,8	-25,1	-33,9	-42,2	-50,6	-58,9	-66,7	-75,6	-83,3	-91,7
13,2	-2,2	-10,6	-18,9	-27,8	-36,1	-44,4	-52,8	-61,7	-70,0	-78,3	-87,2	-95,6
15,4	-2,8	-11,7	-20,0	-29,0	-37,2	-46,1	-55,0	-63,3	-72,2	-80,6	-89,4	-98,3
17,6	-3,3	-12,2	-21,1	-29,4	-38,3	-47,2	-56,1	-65,0	-73,3	-82,2	-91,1	-100,0
Ветер со скоростью, большей, чем 17,6 м/с, дает незначительный дополнительный эффект	Незначительная опасность. Обморожение более чем за 1 ч при сухой коже				Высокая опасность. Опасность обморожения в течение 1 мин.				Очень высокая опасность. Обморожение наступает через 30 с			

Допустимая продолжительность однократного за рабочую смену пребывания на открытой территории в холодный период года в различных климатических регионах (поясах)

Допустимую продолжительность однократного за рабочую смену пребывания на холоде (на открытой территории) в IA климатическом регионе («особый» климатический пояс) в зависимости от категории выполняемых работ и температуры воздуха следует определять по таблицам 2.9 и 2.10.

Таблица 2.9 – Зависимость риска обморожения
от интегрального показателя условий охлаждения (ИПУОО, балл)

ИПУОО, балл	Риск обморожения	Продолжительность безопасного пребывания на холоде, не более, мин.
34	игнорируемый (отсутствие обморожения)	длительное
34 < ИПУОО 47	умеренный	60,0
47 < ИПУОО 57	критический	1,0
>57	катастрофический	0,5

Таблица 2.10 – Допустимая продолжительность (ч)
однократного за рабочую смену пребывания на открытой территории
в IA климатическом регионе («особый» климатический пояс)
в зависимости от температуры воздуха и уровня энерготрат
(учтена наиболее вероятная скорость ветра 6,8 м/с)

Температура воздуха, °С	Энерготраты, Вт/м^2 (категория работ)		
	88 (Iб)	113 (IIа)	145 (IIб)
-10	охлаждение через 2,8	охлаждение поверхности тела отсутствует	охлаждение поверхности тела отсутствует
-15	1,8	охлаждение через 5,6	–
-20	1,3	2,6	–
-25	1,0	1,7	–
-30	0,9	1,3	охлаждение через 3,4
-35	0,7	1,0	2,0
-40	0,6	0,8	1,4

Допустимую продолжительность однократного за рабочую смену пребывания на холоде (на открытой территории) в IБ климатическом регионе (IV климатический пояс) в зависимости от категории выполняемых работ и температуры воздуха следует определять по таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Допустимая продолжительность (ч) однократного за рабочую смену пребывания на открытой территории в IБ климатическом регионе (IV климатический пояс) в зависимости от температуры воздуха и уровня энерготрат (учтена наиболее вероятная скорость ветра 1,3 м/с)

Температура воздуха, °С	Энерготраты, Вт/м^2 (категория работ)		
	88 (Iб)	113 (IIа)	145 (IIб)
-10	охлаждение поверхности тела отсутствует	охлаждение поверхности тела отсутствует	охлаждение поверхности тела отсутствует
-15	охлаждение через 7,1	охлаждение поверхности тела отсутствует	охлаждение поверхности тела отсутствует
-20	3,4	охлаждение поверхности тела отсутствует	–
-25	2,3	–	–
-30	1,7	охлаждение через 4,3	–
-35	1,4	2,5	–
-40	1,1	1,9	–

Допустимую продолжительность однократного за рабочую смену пребывания на холоде (на открытой территории) во II климатическом регионе (III климатический пояс) в зависимости от категории выполняемых работ и температуры воздуха следует определять по таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Допустимая продолжительность (ч)
однократного за рабочую смену пребывания на открытой территории
во II климатическом регионе (III климатический пояс)
в зависимости от температуры воздуха и уровня энерготрат
(учтена наиболее вероятная скорость ветра 3,6 м/с)

Температура воздуха, °С	Энерготраты, Вт/м^2 (категория работ)		
	88 (Iб)	113 (IIа)	145 (IIб)
-10	охлаждение через 1,7	охлаждение через 4,6	охлаждение поверхности тела отсутствует
-15	1,2	2,2	–
-20	0,9	1,5	охлаждение через 5,5
-25	0,8	1,1	2,4
-30	0,7	0,9	1,6
-35	0,6	0,7	1,1
-40	0,5	0,6	0,9

Допустимую продолжительность однократного за рабочую смену пребывания на холоде (на открытой территории) в III климатическом регионе (I и II климатические пояса) в зависимости от категории выполняемых работ и температуры воздуха следует определять по таблице 2.13.

Таблица 2.13 – Допустимая продолжительность (ч)
однократного за рабочую смену пребывания на открытой территории
в III климатическом регионе (I и II климатические пояса)
в зависимости от температуры воздуха и уровня энерготрат
(учтена наиболее вероятная скорость ветра (5,6 м/с)

Температура воздуха, °С	Энерготраты, Вт/м^2 (категория работ)		
	88 (Iб)	113 (IIа)	145 (IIб)
1	2	3	4
-5	охлаждение через 1,4	охлаждение через 3,0	охлаждение поверхности тела отсутствует
-10	1,0	1,7	–

Окончание таблицы 2.13

-15	0,8	1,1	охлаждение через 2,7
-20	0,7	0,9	1,5
-25	0,6	0,7	1,1
-30	0,5	0,6	0,8
-35	0,4	0,5	0,7
-40	0,3	0,4	0,6

Внутрисменный режим работы на холоде (на открытой территории или в неотапливаемом помещении) в зависимости от температуры воздуха и скорости ветра в различных климатических регионах

Допустимую продолжительность непрерывного пребывания на холоде и число 10-минутных перерывов на обогрев (за 4-часовой период рабочей смены) применительно к выполнению работ категории IIа–IIб следует определять по таблицам 2.14–2.17 в соответствии с климатическими регионами.

Таблица 2.14 – Режим работ на открытой территории в климатическом регионе IA (работа категории IIа–IIб)

Температура воздуха, °С	Скорость ветра, м/с											
	1		2		4		6		8		10	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
-10	не регламентируется <*>											
-15	не регламентируется <*>										154	1
-20	не регламентируется <*>						180	1	130	1	98	2
-25	не регламентируется <*>				150	1	114	1	90	2	72	2
-30	150	1	130	1	103	2	83	2	68	2	63	3
-35	106	1	95	2	79	2	66	3	55	3	47	4
-40	82	2	75	2	64	3	54	3	46	4	40	4
-45	67	3	62	3	53	3	46	4	40	4	35	5
<*> Отдых по причине физической усталости вследствие возможного перегревания следует проводить в теплом помещении.												

Примечание:

а – продолжительность непрерывного пребывания на холоде, мин.;

б – число 10-минутных перерывов для обогрева за 4-часовой период рабочей смены.

Таблица 2.15 – Режим работ на открытой территории в климатическом регионе IБ (работа категории IIа–IIб)

Температура воздуха, °С	Скорость ветра, м/с											
	1		2		4		6		8		10	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
-10	не регламентируется <*>											
-15	не регламентируется <*>											
-20	не регламентируется <*>								186	1	120	1
-25	не регламентируется <*>								115	1	85	2
-30	не регламентируется <*>		148	1	111	1	84	2	65	3		
-35	164	1	142	1	108	1	83	2	66	3	53	3
-40	116	1	104	2	82	2	66	3	55	3	45	4
-45	90	2	82	2	67	3	56	3	46	4	38	4
-50	73	2	67	3	59	3	48	4	40	4	34	5
-55	62	3	57	3	49	4	42	4	36	5	29	6
-60	52	3	50	4	43	4	37	4	32	5	27	6
<*> Отдых по причине физической усталости вследствие возможного перегревания следует проводить в теплом помещении.												

Примечание:

а – продолжительность непрерывного пребывания на холоде, мин.;

б – число 10-минутных перерывов для обогрева за 4-часовой период рабочей смены.

Таблица 2.16 – Режим работ на открытой территории в климатическом регионе II (работа категории IIа–IIб)

Температура воздуха, °С	Скорость ветра, м/с											
	1		2		4		6		8		10	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
-10	не регламентируется <*>						168	1	121	1	92	2
-15	200	1	170	1	127	1	107	1	85	2	70	2
-20	117	1	104	1	84	2	71	2	58	3	49	3
-25	82	2	76	2	64	3	54	3	47	3	40	4
-30	65	3	60	3	52	3	45	4	39	4	34	5
-35	52	3	49	3	43	4	38	4	33	5	29	5
-40	44	4	41	4	37	4	32	5	29	5	25	6
-45	38	4	36	4	32	5	29	5	26	6	20	7
<*> Отдых по причине физической усталости вследствие возможного перегревания следует проводить в теплом помещении.												

Примечание:

а – продолжительность непрерывного пребывания на холоде, мин.;

б – число 10-минутных перерывов для обогрева за 4-часовой период рабочей смены.

Таблица 2.17 – Режим работ на открытой территории в климатическом регионе III (работа категории IIа–IIб)

Температура воздуха, °С	Скорость ветра, м/с											
	1		2		4		6		8		10	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
-10	186	1	159	1	121	1	95	2	76	2	62	3
-15	106	1	96	2	79	2	65	3	55	3	46	4
-20	74	2	68	3	59	3	50	3	43	4	37	4
-25	57	3	53	3	47	3	40	4	35	4	31	5
-30	46	4	44	4	39	4	34	5	30	5	26	6
-35	39	4	37	4	33	5	29	5	26	6	23	7
-40	34	5	32	5	29	5	26	6	23	7	21	7
-45	30	5	28	6	26	6	23	7	21	7	19	8

Примечание:

а – продолжительность непрерывного пребывания на холоде, мин.;

б – число 10-минутных перерывов для обогрева за 4-часовой период рабочей смены.

Допустимую продолжительность непрерывного пребывания на холоде и число 10-минутных перерывов на обогрев (за 4-часовой период рабочей смены) применительно к выполнению работ категории Iб следует определять по таблицам 2.18–2.21 в соответствии с климатическими регионами.

Таблица 2.18 – Режим работ на открытой территории в климатическом регионе IA (категория работ Iб)

Температура воздуха, °С	Скорость ветра, м/с											
	1		2		4		6		8		10	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
-10	не регламентируется <*>						186	1	140	1	110	1

Окончание таблицы 2.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
-15	не регламентируется <*>		180	1	148	1	117	1	95	2	78	2
-20	180	1	120	1	102	1	85	2	72	2	60	3
-25	105	1	92	1	78	2	67	3	58	3	49	3
-30	78	2	65	3	63	3	56	3	48	4	42	4
-35	64	3	60	3	53	3	47	4	41	4	36	5
-40	55	3	52	3	46	4	41	4	36	5	32	5
-45	46	3	44	4	40	4	36	5	32	5	25	6
<*> Отдых по причине физической усталости вследствие возможного перегревания следует проводить в теплом помещении.												

Примечание:

а – продолжительность непрерывного пребывания на холоде, мин.;

б – число 10-минутных перерывов для обогрева за 4-часовой период рабочей смены.

Таблица 2.19 – Режим работ на открытой территории в климатическом регионе IБ (категория работ Iб)

Температура воздуха, °С	Скорость ветра, м/с											
	1		2		4		6		8		10	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
-10	не регламентируется <*>								190	1	94	2
-15	не регламентируется <*>						157	1	118	1	90	2
-20	не регламентируется <*>				139	1	107	1	87	2	69	3
-25	142	1	126	1	99	2	82	2	67	3	56	3
-30	105	1	82	2	76	2	66	3	55	3	47	4
-35	83	2	76	2	63	3	55	3	45	4	40	4
-40	74	2	64	3	54	3	47	4	41	5	35	5
-45	59	3	55	3	48	4	42	4	36	5	31	5
-50	51	3	48	4	42	4	37	5	32	5	24	7
-55	45	4	43	4	38	5	33	5	30	6	22	7
-60	41	4	38	5	35	5	30	6	27	6	20	8
<*> Отдых по причине физической усталости вследствие возможного перегревания следует проводить в теплом помещении.												

Примечание:

а – продолжительность непрерывного пребывания на холоде, мин.;

б – число 10-минутных перерывов для обогрева за 4-часовой период рабочей смены.

Таблица 2.20 – Режим работ на открытой территории в климатическом регионе II (категория работ Iб)

Температура воздуха, °С	Скорость ветра, м/с											
	1		2		4		6		8		10	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
-10	127	1	114	1	95	2	80	2	68	3	58	3
-15	88	2	82	2	69	3	60	3	52	3	45	4
-20	67	3	62	3	55	3	49	4	42	4	37	4
-25	55	3	51	3	46	4	41	4	36	5	32	5
-30	46	4	43	4	39	4	35	5	31	5	28	6
-35	39	4	38	4	34	5	30	5	27	6	24	7
-40	35	5	33	5	30	5	27	6	24	7	22	7
-45	31	5	29	6	27	6	24	7	22	7	20	8

Примечание:

а – продолжительность непрерывного пребывания на холоде, мин.;

б – число 10-минутных перерывов для обогрева за 4-часовой период рабочей смены.

Таблица 2.21 – Режим работ на открытой территории в климатическом регионе III (категория работ Iб)

Температура воздуха, °С	Скорость ветра, м/с											
	1		2		4		6		8		10	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
-10	127	1	115	1	96	2	80	2	68	3	56	3
-15	84	2	78	2	68	3	58	3	50	3	44	4
-20	63	3	59	3	52	3	46	4	40	4	35	5
-25	50	3	48	3	42	4	38	4	34	5	30	5
-30	42	4	40	4	36	4	32	5	29	5	26	6
-35	36	4	34	5	31	5	28	6	25	6	23	7
-40	31	5	30	5	27	6	25	6	22	7	20	7
-45	28	6	27	6	24	6	22	7	20	7	18	8

Примечание:

а – продолжительность непрерывного пребывания на холоде, мин.;

б – число 10-минутных перерывов для обогрева за 4-часовой период рабочей смены.

Продолжительность однократного перерыва на обогрев в отапливаемом помещении не должна быть менее 10 мин.

Приведенные режимы работ (таблицы 2.14–2.21) предполагают наличие обеденного перерыва в отапливаемом помещении и прием «горячей» пищи.

Продолжительность непрерывного пребывания на холоде в условиях, отличных от указанных в таблицах 2.14–2.21, можно определить в соответствии с методикой, изложенной в «Методических рекомендациях по расчету теплоизоляции комплекта индивидуальных средств защиты работающих от охлаждения и времени допустимого пребывания на холоде» № 11-0/279-09 МЗ РФ.

При работах в помещении температура воздуха на рабочем месте должна соответствовать требованиям СанПиН 2.2.4.548-96. В том случае, если в помещении по какой-либо причине температура воздуха ниже нормируемой, следует сократить продолжительность рабочей смены или время непрерывного пребывания на рабочем месте (таблица 2.22), или же рабочих следует обеспечить одеждой с должной теплоизоляцией, изготовленной в соответствии с «Методическими рекомендациями по расчету теплоизоляции комплекта индивидуальных средств защиты работающих от охлаждения и времени допустимого пребывания на холоде» (МР N 11-0/279-09 МЗ РФ). При этом необходимо наличие помещения, в котором были бы обеспечены оптимальные параметры микроклимата в целях нормализации теплового состояния человека.

Таблица 2.22 – Допустимая продолжительность пребывания работающих в охлаждающей среде по показателям температуры воздуха <*>, °С (при увеличении скорости движения воздуха на каждые 0,1 м/с температура воздуха должна быть увеличена на 0,2 °С)

Категория работ	Энерготраты, Вт/м^2	Период непрерывного пребывания, ч				
		8	6	4	2	1
Iа	58 – 77	21,0 – 18,9	19,0 – 17,0	16,7 – 15,0	15,0 – 13,0	14,0 – 12,0
Iб	78 – 97	19,8 – 18,0	17,9 – 16,0	16,0 – 14,0	14,0 – 12,0	13,0 – 11,0
IIа	98 – 129	17,0 – 15,0	15,0 – 13,0	13,0 – 11,0	11,0 – 9,0	10,0 – 8,0
IIб	130 – 160	16,0 – 14,0	14,0 – 12,0	12,0 – 10,0	10,0 – 8,0	9,0 – 7,0
III	161 – 193	15,0 – 13,0	13,0 – 11,0	11,0 – 9,0	9,0 – 7,0	8,0 – 6,0

3 МЕТОД ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ АЭРОЗОЛЕЙ И ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ. РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ $К_{СС}$

«Общие методические требования к организации и проведению контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны» регламентируют порядок осуществления контроля за содержанием вредных химических веществ и аэрозолей преимущественно фиброгенного действия в воздухе рабочей зоны:

- выбор мест (точек) отбора;
- продолжительность и периодичность;
- оценка результатов измерения в целях получения сопоставимых данных по загрязнению воздуха рабочей зоны.

Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны проводится при сравнении измеренных среднесменных и максимальных концентраций с их предельно допустимыми значениями – максимально разовыми (ПДКм) и среднесменными (ПДКсс) нормативами.

Среднесменная концентрация – это концентрация, усредненная за 8-часовую рабочую смену.

Максимальная (максимально разовая) концентрация – концентрация вредного вещества при выполнении операций (или на этапах технологического процесса), сопровождающихся максимальным выделением вещества в воздух рабочей зоны, усредненная по результатам непрерывного или дискретного отбора проб воздуха за 15 минут для химических веществ и 30 минут для аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД). Для веществ, опасных для развития острого отравления (с остронаправленным механизмом действия, раздражающие вещества), максимальную концентрацию определяют из результатов проб, отобранных за возможно более короткий промежуток времени, как это позволяет метод определения вещества.

Вещества с остронаправленным механизмом действия – это вещества, опасные для развития острого отравления при кратковременном воздействии вследствие выраженных особенностей механизма действия: гемолитические, антиферментные (антихолинэстеразные, ингибиторы ключевых ферментов, регулирующих дыхательную функцию и вызывающих отек легких, остановку дыхания, ингибиторы тканевого дыхания), угнетающие дыхательный и сосудодвигательные центры и др.

Планирование стратегии отбора проб начинается с определения задач, решение которых предусматривается при проведении исследования. Среднесменные концентрации определяют для характеристики уровней воздействия вещества в течение смены, расчета индивидуальной экспозиции (в т.ч. пылевой нагрузки при воздействии АПФД), выявления связи изменений состояния здоровья работника с условиями труда (при этом учитывается верхний предел колебаний концентраций – максимальные концентрации).

Для веществ раздражающих и с остронаправленным механизмом действия при оценке связи выявленных нарушений состояния здоровья с условиями труда используют максимальные концентрации.

Информация о максимальных концентрациях необходима, прежде всего, для проведения инспекционного и производственного контроля за условиями труда, выявления неблагоприятных гигиенических ситуаций, решения вопроса о необходимости использования средств индивидуальной защиты, оценки технологического процесса, оборудования, санитарно-технических устройств.

Для решения вопроса о полноте контроля в соответствии с решаемыми задачами специалист, проводящий контроль, составляет перечень веществ, которые могут выделяться в воздух рабочей зоны при ведении технологического процесса. С этой целью необходима следующая информация (предоставляется работодателем):

- об используемых в технологическом процессе вредных веществах (агрегатное состояние, летучесть и др.), их соответствие нормативно-технической документации (сертификаты, ТУ, ГОСТ, др.);
- о химических реакциях на всех этапах технологического процесса, возможности образования промежуточных и побочных продуктов, качественном составе продуктов деструкции, гидролиза, пиролиза и других возможных превращений;
- возможности сорбции химических веществ на частичках пыли, строительных конструкциях, оборудовании и последующей десорбции.

При составлении плана контроля учитывают:

особенности технологического процесса (непрерывный, периодический), температурный режим, количество выделяющихся вредных веществ и др.;

- физико-химические свойства контролируемых веществ (агрегатное состояние, плотность, давление пара, летучесть и др.) и возможности превращения последних в результате окисления, деструкции, гидролиза и др. процессов;
- класс опасности и особенность действия веществ на организм;
- планировку помещений (этажность здания, наличие межэтажных проемов, связь со смежными помещениями и др.);
- количество и вид рабочих мест (постоянные, непостоянные, аналогичные);
- фактическое время пребывания работника на рабочем месте в течение смены.

На основании полученных материалов, с учетом технологического регламента, результатов ранее проведенных исследований выявляют рабочие места и технологические операции, при которых в воздушную среду производственных помещений (участков с открытым размещением оборудования)

могут выделяться вредные вещества (пары, газы, аэрозоли), и где оно может быть максимальным.

При выделении в воздушную среду сложной смеси химических веществ известного и относительно постоянного состава контроль загрязнений воздуха проводится по ведущему (определяющему клинические проявления интоксикации) и/или наиболее характерному (определяющему состав) компоненту этой смеси, которая устанавливается специалистами органов и учреждений Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

В случае, когда в воздушную среду выделяется сложный комплекс веществ не полностью известного состава (что обусловлено, как правило, процессами термоокислительной деструкции, гидролиза, пиролиза и др.), следует получить информацию об идентификации выделяющихся компонентов по результатам хромато-масс-спектрометрии или других современных методов исследований. На основании анализа расшифровки состава газовыделений выявляются гигиенически значимые (ведущие и наиболее характерные) компоненты, по которым будет проводиться контроль воздуха. Устанавливается специалистами органов и учреждений Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Контроль воздуха осуществляют при характерных производственных условиях (ведение производственного процесса в соответствии с технологическим регламентом) и с учетом факторов, перечисленных ранее.

Для контроля воздуха рабочей зоны отбор проб воздуха проводят в зоне дыхания работника либо с максимальным приближением к ней воздухозаборного устройства (на высоте 1,5 м от пола/рабочей площадки при работе стоя и 1 м – при работе сидя). Если рабочее место не постоянное, отбор проб проводят в точках рабочей зоны, в которых работник находится в течение смены.

Устройства для отбора проб могут размещаться в фиксированных точках рабочей зоны (стационарный метод) либо закрепляться непосредственно на одежде работника (персональный мониторинг).

Стационарный метод отбора проб в качестве основного применяют для решения следующих задач:

- гигиенической оценки источников загрязнения воздуха рабочих зон (технологических процессов и производственного оборудования) и пространственного распространения вредных веществ по помещению с целью выделения наиболее опасных участков рабочей зоны;
- гигиенической оценки эффективности средств управления параметрами воздушной среды в помещениях (вентиляция, кондиционирование и т.д.);
- определения соответствия фактических уровней содержания вредных веществ их предельно допустимым максимальным концентрациям, а также среднесменным ПДК – в случаях, когда выполнение трудовых опера-

ций работником проводится (не менее 75% времени смены) на постоянном рабочем месте.

Персональный мониторинг концентраций вредных веществ в зоне дыхания работающих рекомендуется применять в качестве основного для определения соответствия фактических уровней их среднесменным ПДК в случаях, когда выполнение трудовых операций работником проводится на непостоянных рабочих местах.

Методы и аппаратура, используемые для определения концентраций вредных веществ, должны отвечать установленным нормативным требованиям. Они должны обеспечивать определение концентрации вещества на уровне 0,5 ПДК с относительной стандартной погрешностью, не превышающей ±40% при 95% доверительной вероятности. Относительная стандартная ошибка определения концентрации вещества на уровне ПДК не должна превышать ±25%.

Объем отобранного воздуха следует привести к стандартным условиям, для чего необходимо измерение температуры, атмосферного давления и относительной влажности воздуха.

При выборе конкретных методов контроля необходимо руководствоваться методическими указаниями на методы определения вредных веществ в воздухе рабочей зоны, утвержденными в установленном порядке. Аппаратура и приборы, используемые при санитарно-химических исследованиях, подлежат поверке в установленном порядке.

Нарушение технологического процесса, неисправное состояние или неправильная эксплуатация оборудования и всех предусмотренных средств предотвращения загрязнения производственной атмосферы (вентиляция, укрытия) должны быть устранены (при возможности быстрого их устранения). Если работники подвергались вредному воздействию длительное время, нарушения необходимо зафиксировать в протоколе измерения и после их устранения вновь провести измерение концентраций.

3.1 Контроль соответствия максимальным ПДК

Отбор проб для контроля соблюдения максимальных ПДК осуществляется на рабочих местах с учетом технологических операций, при которых возможно выделение в воздушную среду наибольшего количества вредного вещества.

Например:

- у аппаратуры и агрегатов в период наиболее активных химических и термических процессов (электрохимических, пиролитических и др.);
- в местах наиболее вероятных источников выделения при движении жидкостей и газов (насосные, компрессорные и др.);

- на участках при загрузке, выгрузке, транспортировании, затаривании химических веществ, а также на участках размола, сушки сыпучих материалов;
- при отборе проб на технологические анализы; на трудно вентилируемых участках.

Для новых и ранее не изученных производств необходимо стремиться к более полному охвату рабочих мест с постоянным и временным пребыванием работающих. Полученные результаты в комплексе с данными по оценке технологического процесса, оборудования, вентиляционных устройств в дальнейшем определяют рациональную тактику контроля максимальных концентраций (технологические операции, во время которых производится отбор проб, участки, периодичность отбора).

Контроль воздушной среды на участках, характеризующихся постоянством технологического процесса, значительным количеством идентичного оборудования или аналогичных рабочих мест, осуществляется выборочно на отдельных рабочих местах (но не менее 20%), расположенных в центре и по периферии помещения.

При проведении планового ремонта технологического, санитарно-технического оборудования, при реконструкции производства, если часть оборудования продолжает эксплуатироваться, проводится контроль воздушной среды на основных местах пребывания работников.

Длительность отбора одной пробы воздуха определяется методом анализа, зависит от концентрации вещества в воздухе рабочей зоны, но не должна превышать 15 мин., а для АПФД – 30 мин.

Если метод анализа позволяет отобрать несколько (2–3 и более) проб в течение 15 мин., вычисляют среднеарифметическую (при равном времени отбора отдельных проб) или средневзвешенную (если время отбора отдельных проб разное) величину из полученных результатов, которую сравнивают с ПДКм. Для веществ раздражающего действия полученные результаты проб, отобранных за время, предусмотренное методом контроля вещества, сравнивают с ПДКм.

Примечание. Если метод определения вещества предусматривает длительность отбора одной пробы за время, превышающее 15 мин., эти случаи следует рассматривать как исключение. При этом результат каждого измерения сравнивают с установленной ПДКм.

При возможном поступлении в воздух рабочей зоны вредных веществ с остронаправленным механизмом действия должен быть обеспечен непрерывный контроль с сигнализацией превышения ПДК.

Периодичность контроля для веществ (за исключением вредных веществ с остронаправленным механизмом действия устанавливается в зависимости от характера технологического процесса (непрерывный, периодический), класса опасности и характера биологического действия химического вещества, стабильности производственной среды, уровня загрязнения воз-

душной среды, времени пребывания работника на рабочем месте. В зависимости от класса опасности вредного вещества рекомендуется следующая периодичность контроля:

- веществ I класса опасности – не реже 1 раза в 10 дней;
- II класса – 1 раз в месяц;
- III класса – 1 раз в 3 месяца;
- IV класса – 1 раз в 6 месяцев (в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»).

Количество проб в одной точке зависит от степени постоянства воздушной среды, которая в большинстве случаев характеризуется значительной вариабельностью концентраций вредных веществ. Причинами этого являются как систематические, так и случайные факторы.

К числу систематических факторов (источники их известны, они повторяются и их можно учесть при планировании отбора проб) относятся:

- производственная нагрузка на оборудование;
- вид выполняемых производственных операций;
- метеорологические условия, периоды года (особенно в производственных помещениях, оснащенных системой естественной вентиляции);
- численность работающих в смену.

К числу случайных факторов вариабельности относятся:

– индивидуальные ошибки при отборе и анализе проб;

– поведенческие особенности каждого отдельного работника и уровень его мастерства;

– недостатки в организации производственных процессов и контроле за их осуществлением.

В каждой точке, как правило, следует отобрать не менее трех проб.

Величины максимальных концентраций за смену можно получить и при определении среднесменных концентраций методом вероятностной обработки результатов измерений.

3.2 Контроль за соблюдением среднесменной ПДК

3.2.1 Требования к проведению контроля

Контроль за соблюдением среднесменной ПДК проводится применительно к конкретному работнику или экспозиционной группе.

Экспозиционная группа должна представлять работников, которые подвергаются изучаемым видам воздействия на организм от одного и того же источника и которые объединены выполнением общих трудовых операций в одной и той же зоне с идентичным набором используемых материалов. Для любого представителя этой группы экспозиция может быть предсказана с вероятностью не менее чем 90%. Формирование экспозиционной группы толь-

ко по профессии, без учета вышеперечисленных факторов, может привести к серьезным ошибкам при оценке экспозиции.

Для характеристики экспозиционной группы (или профессиональной, если она отвечает перечисленным выше требованиям) в зависимости от ее численности среднесменную концентрацию рекомендуется определять не менее чем у 10–30% работников.

Измерение среднесменной концентрации приборами индивидуального контроля проводится при непрерывном или последовательном отборе проб в течение всей смены или не менее 75% ее продолжительности, при условии охвата всех основных рабочих операций, включая перерывы (нерегламентированные), пребывание в операторных и др. При этом количество отобранных за смену проб зависит от концентрации вещества в воздухе и определяется методом анализа.

Среднесменную концентрацию можно определить на основе отдельных измерений. При этом пробы воздуха отбирают, как правило, на всех этапах технологического процесса (основных и вспомогательных) с учетом их продолжительности и нерегламентированных перерывов в работе. Количество проб зависит от длительности отбора одной пробы, числа технологических операций, их продолжительности.

При постоянном технологическом процессе рекомендуется следующее количество проб в зависимости от длительности отбора одной пробы:

Таблица 3.1 – Количество проб в зависимости от длительности отбора одной пробы

Длительность отбора одной пробы	Минимальное число проб
до 10 секунд	30
от 10 секунд до 1 минуты	20
от 1 до 5 минут	12
от 5 до 15 минут	4
от 30 минут до 1 часа	3
от 1 до 2 часов	2
более 2 часов	1

На основе отдельных измерений среднесменная концентрация рассчитывается как концентрация средневзвешенная во времени смены или определяется на основе вероятностной обработки результатов отбора проб.

Для облегчения расчетов и унификации полученных результатов рекомендуется использование специальных компьютерных программ для расчета среднесменных концентраций, одобренных органами госсанэпиднадзора. Например, программа расчета среднесменных концентраций, разработанная ГУ НИИ медицины труда РАМН.

Для достоверной характеристики воздушной среды необходимо получить данные не менее чем по трем сменам.

Периодичность контроля среднесменных концентраций устанавливается по согласованию с территориальными центрами госсанэпиднадзора и зависит от численности экспозиционной группы, стабильности концентраций и уровней воздействия, класса опасности и особенностей биологического действия контролируемых веществ и не должна быть реже периодичности медицинского осмотра. Изменение технологического процесса, оборудования, санитарно-технических устройств требует повторного определения среднесменной концентрации.

Стандартное геометрическое отклонение (σ_g), определяемое при расчете среднесменной концентрации, позволяет судить о постоянстве концентрации в течение смены. Величина σ_g не выше 3 свидетельствует о стабильности концентраций в воздухе рабочей зоны и не требует повышенной частоты контроля, а σ_g более 6 указывает на значительные их колебания в течение смены и необходимость увеличения частоты контроля среднесменных концентраций для данной профессиональной (экспозиционной) группы.

Рекомендуется следующая периодичность контроля в зависимости от величины стандартного геометрического отклонения:

- при $\sigma_g \geq 3$ – не реже 1 раза в год;
- при σ_g от 3 до 6 – не реже одного раза в полугодие;
- при $\sigma_g > 6$ – не реже 1 раза в квартал.

3.2.2 Вероятностный метод обработки данных контроля

Операции технологического процесса, их длительность, длительность отбора каждой пробы и соответствующие им концентрации вносят в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Данные технологического процесса

№ п/п	Наименование операции (этапа) технологического процесса	Длительность операции (этапа), мин	Длительность отбора пробы, мин	Концентрация вещества, мг/м^3
1	2	3	4	5

Результаты измерений концентраций вещества в порядке возрастания вносят в графу 2 таблицы 3.3, а в графе 3 отмечают соответствующую ей длительность отбора пробы. Время отбора всех проб суммируется и принимается за 100%.

Таблица 3.3 – Результаты измерений концентраций вещества

№ п/п	Концентрация в порядке ранжирования, мг/м^3	Длительность отбора пробы, t, мин	Длительность отбора пробы, % от $\sum t$	Накопленная частота, %	Статистические показатели и их значения
1	2	3	4	5	6
					Среднесменная концентрация K_{CC}, мг/м^3
					Максимальная концентрация за смену K_{max}, мг/м^3
					Медиана *Me*
					Стандартное геометрическое отклонение, σ_g

Примечание.

Для повышения достоверности информации о содержании химических веществ в воздушной среде рекомендуется соблюдение пропорциональности суммарного времени отбора проб на каждой операции ее продолжительности. При использовании вероятностного метода обработки данных в целях более полной характеристики загрязнения воздуха рабочей зоны вредными веществами рекомендуется объединить результаты отбора проб воздуха на рабочем месте за несколько смен (при постоянстве технологического процесса).

Определяют долю времени отбора каждой пробы (%) в общей длительности отбора всех проб ($\sum t$), принятой за 100%. Данные вносят в графу 4 таблицы 3.3.

Определяют накопленную частоту путем последовательного суммирования времени каждой пробы, указанной в графе 4, которая в сумме должна составить 100% (графа 5).

На логарифмически вероятностную сетку (рисунок 3.1) наносят значения концентраций (по оси абсцисс) и соответствующие им накопленные частоты (по оси ординат) в процентах. Через нанесенные точки проводится прямая.

Для получения стандартного геометрического отклонения определяют значение медианы (*Me*) по пересечению интегральной прямой с 50% значением вероятности (медиана – безразмерное среднее геометрическое значение концентрации вредного вещества, которая делит всю совокупность концентраций на две равные части: 50% проб выше значения медианы, а 50% – ниже) и значения x_{84} и x_{16}, которые соответствуют 84 или 16% вероятности накопленных частот (оси ординат).

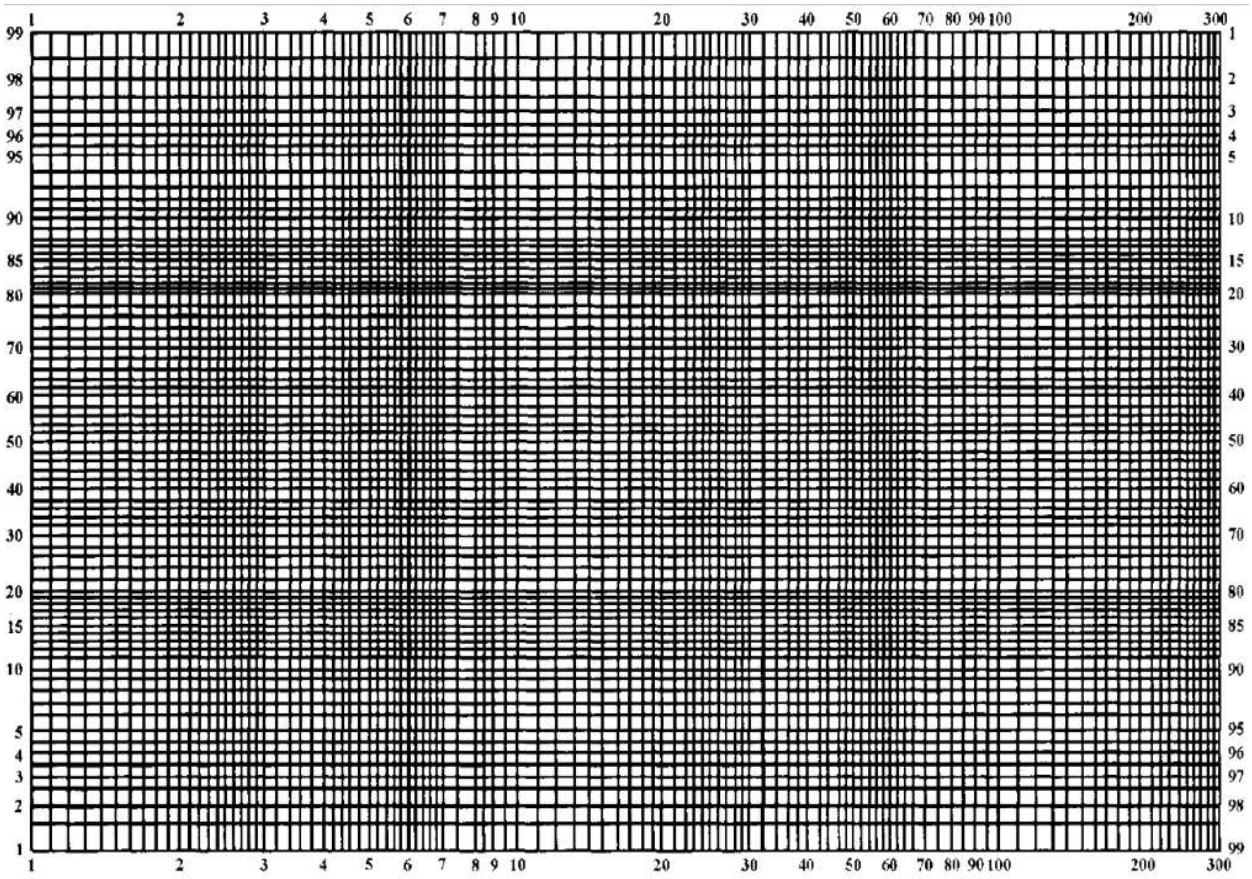


Рисунок 3.1 – Логарифмическая вероятностная координатная сетка

Рассчитывают стандартное геометрическое отклонение σ_{g}, характеризующее пределы колебаний концентраций:

$$\sigma_{\mathrm{g}} = \left(\frac{x_{84}}{Me} + \frac{Me}{x_{16}}\right) \div 2.$$

Среднесменную концентрацию рассчитывают по формуле

$$lnK_{\mathrm{CC}} = lnMe + 0{,}5\left(ln\sigma_{\mathrm{g}}\right)^2.$$

Максимальные концентрации соответствуют значениям 95% накопленных частот.

3.2.3 Расчетный метод определения среднесменной концентрации

Все операции технологического процесса, их длительность (включая нерегламентированные перерывы), длительность отбора каждой пробы и соответствующие ей концентрации вносят в таблицу 3.4 (графы 1, 2, 3, 4, соответственно).

Таблица 3.4 – Определение среднесменной концентрации расчетным методом

Ф.И.О. _____

Профессия _____

Предприятие _____

Цех, производство _____

Наименование вещества _____

Наименование и краткое описание этапа производственного процесса (операции)	Длительность операции, T, мин	Длительность отбора пробы, t, мин	Концентрация вещества в пробе, K, мг/м^3	Произведение концентрации на время, $K \cdot t$	Средняя концентрация за операцию, K_0, мг/м^3	Статистические показатели, характеризующие содержание вредного вещества воздуха рабочей зоны в течение смены	
1	2	3	4	5	6	7	
						Среднесменная концентрация (K_{cc}), мг/м^3	
						Макс. концентрация в течение смены (K_{max}), мг/м^3	
						Медиана (Me)	
						Стандартное геометрическое отклонение (σ_g)	

Примечание.

Если работник в течение смены выходит из помещения или находится на участках, где заведомо нет контролируемого вещества, то в графе 2 отмечают, чем он был занят, а в графе 5 ставят «0».

Результаты произведения концентрации вещества на время отбора пробы вносят в графу 5.

В графу 6 вносят результаты расчета средней концентрации для каждой операции (K_0):

$$K_0 = \frac{K_1 t_1 + K_2 t_2 + \cdots + K_n t_n}{t_1 + t_2 + \cdots + t_n},$$

где $K_1,\ K_2, \ldots K_n -$ концентрации вещества в пробе;

$t_1, t_2, \ldots t_n -$ время отбора пробы.

По результатам средних концентраций за операцию (K_0) и длительности операции (T_0) рассчитывают среднесменную концентрацию (K_{cc}) как средневзвешенную величину за смену:

$$K_{CC} = \frac{K_{01} T_{01} + K_{02} T_{02} + \cdots + K_{0n} T_{0n}}{\sum T},$$

где $K_{01},\ K_{02}, \ldots K_{0n} -$ средняя концентрация за операцию;

$T_{01},\ T_{02},\ T_{0n} -$ продолжительность операции.

Примечание. Сумма времени всех операций должна соответствовать продолжительности смены.

В графу 7 вносят статистические показатели, характеризующие содержание вредного вещества в воздухе рабочей зоны в течение смены:

- максимальная концентрация (K_{max}) – максимальная концентрация, определенная в течение всей рабочей смены;
- среднесменная концентрация (K_{CC}) – средневзвешенная концентрация за всю рабочую смену;
- медиана (*Me*), которая рассчитывается по формуле

$$\frac{t_1 ln K_1 + t_2 ln K_2 + \cdots + t_n ln K_n}{\sum t},$$

где $K_1,\ K_2, \ldots K_n -$ концентрация вещества в отобранной пробе;

$t_1, t_2, \ldots t_n -$ время отбора пробы;

$\sigma_{\mathrm{g}} -$ стандартное геометрическое отклонение, характеризующее пределы колебаний концентраций, рассчитывается по формуле

$$\sigma_{\mathrm{g}} = e^{\sqrt{2 ln \frac{K_{CC}}{Me}}},$$

где $K_{CC} -$ среднесменная концентрация;

$Me -$ медиана.

Пример определения среднесменных концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны расчетным методом и методом вероятностной обработки

Технологический процесс на исследуемом участке предприятия подразделяется на 4 этапа. Продолжительность смены – 8 ч. Продолжительность этапов технологического процесса составляла 70, 193, 150 и 67 мин. соответственно. Отбор проб воздуха производился в течение двух смен. В первую смену было отобрано 3 пробы на первом этапе, 2 пробы – на втором, 2 – на

третьем и 1 – на четвертом. Во вторую смену было отобрано по 2 пробы на каждом этапе.

1. Для расчета среднесменной концентрации вредного вещества в воздухе рабочей зоны методом вероятностной обработки результаты отбора по всем сменам вносим в таблицы 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Результаты отбора проб воздуха
для определения среднесменных концентраций

Ф.И.О. Петров А.И.
Профессия: машинист
Предприятие: ЖБИ
Цех, производство: Цех № 3, производство бетонных изделий
Наименование вещества: пыль цемента

№ п/п	Наименование операции (этапа) производственного процесса	Длительность операции (этапа) производственного процесса, мин	Длительность отбора пробы, мин	Концентрация вещества, мг/м^3
1	2	3	4	5
1	Этап 1	70	10	40,5
2			7	59,5
3			5	173,3
4			10	110,6
5			5	121,1
6	Этап 2	193	21	18,8
7			38	17,8
8			13	29,9
9			15	20,0
10	Этап 3	150	10	39,4
11			30	14,2
12			11	23,7
13			10	23,3
14	Этап 4	67	15	21,5
15			16	11,8
16			40	4,0

Таблица 3.6 – Концентрация в порядке ранжирования

№ п/п	Концентрация в порядке ранжирования, мг/м^3	Длительность отбора пробы, t, мин	Длительность отбора пробы, % от	Накопленная частота, %	Статистические показатели и их значения
1	2	3	4	5	6
1	4,0	40	15,6	15,6	Среднесменная концентрация K_{cc} = 25,5 мг/м^3
2	11,8	16	6,3	21,9	
3	14,2	30	11,7	33,6	
4	17,8	38	14,8	48,4	Макс. концентрация K_{max} = 105 мг/м^3
5	18,8	21	8,2	56,6	
6	20,0	15	5,9	62,5	
7	21,5	15	5,8	68,3	Мин. концентрация $K_{мин}$ = 4,0 мг/м^3
8	23,3	10	3,9	72,2	
9	23,7	11	4,3	76,5	
10	29,9	13	5,1	81,6	Медиана Me = 15,0
11	39,4	10	3,9	85,5	
12	40,5	10	3,9	89,4	Стандартное геометрическое отклонение, σ_g = 2,8
13	59,5	7	2,7	92,1	
14	110,6	10	3,9	96,0	
15	121,1	5	1,9	97,9	
16	173,3	5	2,0	99,9	
		$\sum_t$ = 256 (100%)			$\sum$= 99,9%

Описание операций технологического процесса, их длительность, длительность отбора каждой пробы и соответствующие им концентрации вносим в таблицу 3.5.

Результаты измерений концентраций вещества в порядке возрастания вносим в графу 2 таблицы 3.6, а в графе 3 отмечаем соответствующую ей длительность отбора пробы. Время отбора всех проб суммируется и принимается за 100%.

Определяем долю времени отбора каждой пробы (%) в общей длительности отбора всех проб), принятой за 100%. Данные вносят в графу 4. Определяем накопленную частоту путем последовательного суммирования времени каждой пробы, указанной в графе 4, которая в сумме должна составить 100% (графа 5).

На логарифмически вероятностную сетку (см. рисунок 3.1) наносим значения концентраций (по оси абсцисс) и соответствующие им накопленные частоты (по оси ординат) в процентах. Через нанесенные точки проводится прямая.

Определяем значение медианы (*Me*) по пересечению интегральной прямой с 50% значением вероятности.

Определяем значение x_{84} или x_{16}, которые соответствуют 84 или 16% вероятности накопленных частот (оси ординат). Рассчитываем стандартное геометрическое отклонение σ_{g}, характеризующее пределы колебаний концентраций:

$$\sigma_{\mathrm{g}} = \left(\frac{x_{84}}{Me} + \frac{Me}{x_{16}}\right) \div 2 = \left(\frac{42{,}1}{15} + \frac{15}{5{,}4}\right) \div 2 = 2{,}8.$$

Значение среднесменной концентрации рассчитываем по формуле

$$lnK_{\mathrm{CC}} = ln15 + 0{,}5(ln2{,}8)^2 = 3{,}24.$$

$$K_{CC} = e^{3{,}24} = 25{,}5.$$

Значения максимальных концентраций соответствуют значениям 95 накопленных частот при 8-часовой продолжительности рабочей смены.

Таким образом, машинист цеха по производству бетонных изделий А.И. Петров подвергается воздействию пыли цемента, среднесменная концентрация которой составляет 25,5 мг/м^3, что в 4,25 раза выше ПДК.

Для определения среднесменной концентрации расчетным методом заполняем таблицу 3.7.

Рассчитываем средние концентрации для каждой операции ($K_{01} - K_{04}$):

$$K_0 = \frac{K_1 t_1 + K_2 t_2 + \cdots + K_n t_n}{t_1 + t_2 + \cdots + t_n},$$

где $K_1,\ K_2, \ldots K_n -$ концентрации вещества в пробе;

$t_1, t_2, \ldots t_n -$ время отбора пробы.

По результатам средних концентраций за операцию (K_0) и длительности операции (T_0) рассчитываем среднесменную концентрацию (K_{cc}) как средневзвешенную величину за смену:

$$K_{CC} = \frac{K_{01} T_{01} + K_{02} T_{02} + \cdots + K_{0n} T_{0n}}{\sum T},$$

где $K_{01},\ K_{02}, \ldots K_{0n} -$ средняя концентрация за операцию;

$T_{01},\ T_{02},\ T_{0n} -$ продолжительность операции.

Таблица 3.7 – Определение среднесменной концентрации расчетным методом

Ф.И.О. _____
Профессия _____
Предприятие _____
Цех, производство _____
Наименование вещества _____

Наименование и краткое описание этапа производственного процесса	Длительность операции, T, мин	Длительность отбора разовой пробы, t, мин	Концентрация вещества в пробе, K, мг/м^3	Произведение концентрации на время, $K \cdot t$	Средняя концентрация за операцию, K_0, мг/м^3	Статистические показатели, характеризующие процесс пылевыделения за смену
1	2	3	4	5	6	7
Этап 1	70	10	40,5	405,0	91,9	Среднесменная концентрация K_{CC} = 27,9 мг/м^3
		7	59,5	416,5		
		5	173,3	866,5		
		10	110,6	1106,0		
		5	121,1	605,5		
Этап 2	193	21	18,8	394,8		Минимальная концентрация в течение смены $K_{мин}$ = 4,0 мг/м^3
		38	17,8	676,4	20,2	
		13	29,9	388,7		
		15	20,0	300,0		
Этап 3	150	10	39,4	394,0	21,5	Максим-я концентрация в течение смены K_{max} = 173,3 мг/м^3 Медиана Me = 18,4

Окончание таблицы 3.7

		30	14,2	426,0		
		11	23,7	260,7		
		10	23,3	233,0		
Этап 4	67	15	21,5	322,5	9,5	Стандартное геометрическое отклонение σ_g= 2,6
		16	11,8	188,8		
		40	4,0	160,0		

Определяем статистические показатели, характеризующие процесс загрязнения воздуха рабочей зоны в течение смены: минимальную концентрацию за смену ($K_{мин}$); максимальную концентрацию за смену (K_{max}); медиану (Me); стандартное геометрическое отклонение (σ_g).

$$\frac{t_1 lnK_1 + t_2 lnK_2 + \cdots + t_n lnK_n}{\sum t},$$

где $K_1,\ K_2, \ldots K_n -$ концентрация вещества в отобранной пробе;

$t_1, t_2, \ldots t_n -$ время отбора пробы;

Стандартное геометрическое отклонение (σ_g), характеризующее пределы колебаний концентраций, рассчитывается по формуле

$$\sigma_g = e^{\sqrt{2ln\frac{K_{CC}}{Me}}},$$

где $K_{CC} -$ среднесменная концентрация;

$Me -$ медиана.

4 РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

4.1 Расчет потоков вредных выделений в помещениях общественных зданий

4.1.1 Теплоизбытки в помещении

Разность теплопоступлений и теплопотерь помещения называется *теплоизбытками помещения* (если разность больше нуля) или *теплонедостатками* (если разность отрицательна). В вентилируемых помещениях, как правило, даже в холодный период года (при работающем отоплении) имеют место теплоизбытки.

Теплопоступления в вентилируемые помещения жилых и общественных зданий складываются в основном из следующих потоков теплоты:

– от людей;

– от солнечной радиации (в теплый и переходный периоды года);

– от искусственного освещения;

– от работающих отопительных приборов систем отопления (в холодный период);

– от технологического оборудования, расположенного в помещении;

– от других источников теплоты (горячей пищи, нагретых поверхностей оборудования, горячей воды и пр.);

– от поступающего в воздух помещения водяного пара (скрытая теплота).

Теплопотери вентилируемого помещения имеют место в холодный и переходный периоды года и складываются из потерь теплоты:

– через наружные ограждения (при расчетных температурных условиях внутри и снаружи помещения, принятых для режима вентиляции или кондиционирования воздуха);

– на нагрев инфильтрующегося через наружные ограждения воздуха (главным образом через окна);

– на нагрев ввозимого материала и въезжающих в помещение средств транспорта (гаражи, прачечные, почтовые учреждения и т.д.);

– на нагрев воздуха, врывающегося в помещение через периодически открываемые наружные двери или ворота.

Тепло- и влагопоступления от людей определяют по таблице 4.1 с учетом температуры внутреннего воздуха в помещении и интенсивности физической нагрузки людей.

Теплопоступления от солнечной радиации для теплого периода определяются через окна по методике, приведенной в главе 2 [16]. Для переходного периода принимается такое же значение, как и для теплого. Если помещение находится на последнем или единственном этаже, кроме поступлений

через окна, необходимо учитывать поступления через покрытие или чердачное перекрытие в размере 5–7 Вт/м^2. Подробнее см. также пример расчета теплопоступлений, приведенный ниже.

Таблица 4.1 – Количество теплоты и влаги, выделяемое взрослыми людьми (мужчинами)

Показатель	Количество теплоты, Вт/чел, и влаги $mЧ$, г/(ч·чел), выделяемых одним человеком при температуре воздуха в помещении, °С					
	10	15	20	25	30	35
В состоянии покоя						
Теплота явная $q_{ч.я}$	140	120	90	60	40	10
Полная $q_{ч.п}$	165	145	120	95	95	95
Влага $m_ч$	30	30	40	50	75	115
При легкой работе						
$q_{ч.я}$	150	120	99	65	40	5
$q_{ч.п}$	180	160	151	145	145	145
$m_ч$	40	55	75	115	150	200
При работе средней тяжести						
$q_{ч.я}$	165	135	105	70	40	5
$q_{ч.п}$	215	210	205	200	200	200
$m_ч$	70	110	140	185	230	280
При тяжелой работе						
$q_{ч.я}$	200	165	130	95	50	10
$q_{ч.п}$	290	290	290	290	290	290
$m_ч$	135	185	240	295	355	415

Примечание:
для женщин значения из таблицы необходимо умножать на 0,85;
для детей – на 0,75.

Теплопоступления от источников искусственного освещения учитываются в холодный период года, за исключением помещений, перечисленных в примечаниях, когда такой учет возможен и в теплый и переходный периоды.

Эти теплопоступления зависят от принятого уровня освещенности помещения и удельных тепловыделений от установленных светильников и определяются с использованием следующих таблиц 4.2 и 4.3 по формуле

$$Q_{\text{ОСВ}} = E \cdot F_{\text{пл}} \cdot q_{\text{ОСВ}} \cdot h_{\text{ОСВ}}, \quad (4.1)$$

где $F_{\text{пл}}$ – площадь пола помещения, м^2;

$h_{\text{ОСВ}}$ – коэффициент, равный 1, если светильники находятся непосредственно в помещении, и 0,45 – если светильники располагаются в вентилируемом подвесном потолке, остальные параметры приведены ниже.

Таблица 4.2 – Удельные тепловыделения от светильников с люминесцентными лампами (верхние значения) и лампами накаливания (нижние значения)

Тип светильника	Средние удельные тепловыделения $q_{\text{ОСВ}}$, Вт/(лк·м^2), для помещений площадью, м^2					
	Менее 50		50–200		Более 200	
	При высоте помещения, м					
	до 3,6	более 4,2	до 3,6	более 4,2	до 3,6	более 4,2
Прямого	0,077	0,202	0,058	0,074	0,056	0,067
света	0,212	0,280	0,160	0,204	0,154	0,187
Диффузного	0,116	0,166	0,079	0,102	0,077	0,094
света	0,319	0,456	0,217	0,280	0,212	0,268
Отраженного	0,161	0,264	0,154	0,264	0,108	0,145
света	0,443	0,726	0,424	0,726	0,297	0,399

Таблица 4.3 – Уровень общего освещения помещений

Помещения	Общая освещенность помещения Е, Лк
Проектные залы, конструкторские бюро	600
Читальные залы, проектные кабинеты, рабочие и классные комнаты и аудитории	300
Залы заседаний, спортивные, актовые, зрительные залы клубов, фойе театров, обеденные залы, буфеты	200
Крытые бассейны, фойе клубов и кинотеатров	150
Номера гостиниц	100
Зрительные залы кинотеатров, палаты и спальные комнаты	75
Торговые залы магазинов продовольственных товаров	400
То же, промышленных товаров	300
То же, хозяйственных товаров	200
Аптеки	150

Примечания

1. Для помещений без световых проемов (зрительные залы и т.п.) теплопоступления от освещения учитывают во все периоды года в одинаковом размере. Теплопоступления от солнечной радиации в теплый и переходный период года учитываются, только если такое помещение находится на последнем или единственном этаже – это будут теплопоступления через покрытие или чердачное перекрытие.

2. При «глубоких» помещениях (глубиной больше 6 м от оконных проемов) теплопоступления от освещения учитывают также в теплый и переходный период от источников, освещающих ту часть помещения, которая удалена от окон более чем на 6 м, совместно с теплопоступлениями от солнечной радиации.

3. Частичный учет теплоты от искусственного освещения в теплый и переходный периоды года с коэффициентом 0,3–0,5 по сравнению с холодным периодом года также возможен в помещениях, в которых часть светильников работает днем (читальные залы, офисы, залы ресторанов и т.п.).

Теплопоступления в помещение от отопительных приборов $Q_{с.о}$, Вт, установленных в нем, при расчете общеобменной вентиляции или кондиционирования воздуха в холодный период года определяют по формуле

$$Q_{\text{С.О.}} = Q_{\text{ОТ}} \frac{t_{\text{СР.ОП}} - t_{\text{В.ВЕНТ}}^{\text{ХП}}}{t_{\text{СР.ОП}} - t_{\text{В.ОТ}}}, \tag{4.2}$$

где $Q_{\text{ОТ}}$ – расчетная величина теплопотерь помещения, т.е. мощность системы отопления в помещении (из таблицы расчета теплопотерь), Вт;

$t_{\text{В.ВЕНТ}}^{\text{ХП}}$ – температура воздуха в помещении в холодный период года для режима вентиляции или кондиционирования воздуха (из таблицы расчетных параметров внутреннего воздуха), °С;

$t_{\text{В.ОТ}}$ – то же, для режима отопления (из таблицы расчета теплопотерь), °С;

$t_{\text{СР.ОП}}$ – средняя температура теплоносителя в отопительных приборах при расчетных наружных условиях для отопления (параметры «Б»), °С,

$$t_{\text{СР.ОП}} = \frac{t_r + t_0}{2}; \tag{4.3}$$

t_r и t_0 – температура воды в подающей и обратной магистралях системы отопления, °С.

Для предварительных расчетов можно принять t_0= 70 °С, а t_r = 95 °С, кроме детских садов, яслей и больниц, где нужно принимать 85 °С.

В помещениях предприятий общественного питания имеют место теплопоступления от остывания пищи (в торговом зале) и от технологического оборудования (на кухне) [17].

Поступление полной теплоты от горячей пищи в обеденном зале будет равно:

$$Q_{\text{ГП}} = \frac{q_{\text{П}} c_{\text{П}} (t_{\text{НП}} - t_{\text{КП}}) n}{Z_{\text{П}}}, \quad (4.4)$$

где $q_{\text{П}}$ – средняя масса всех блюд, приходящихся на одного обедающего, кг (обычно около 0,85);

$c_{\text{П}}$ – условная теплоемкость блюд, входящих в состав обеда, кДж/(кг·К) (обычно равна 3,3);

$t_{\text{НП}}, t_{\text{КП}}$ – начальная и конечная температура пищи, поступающей в обеденный зал (например, соответственно 70 и 40 °С);

$Z_{\text{П}}$ – продолжительность принятия пищи одним посетителем (для ресторанов – 1 ч, для столовых – 0,5–0,75 ч, для столовых с самообслуживанием – 0,3 ч); при подстановке в формулу величину $Z_{\text{П}}$ необходимо перевести в секунды, т.е. умножить на 3600;

n – число посетителей в обеденном зале.

Одна треть величины $Q_{\text{ГП}}$ поступает в помещение в виде явной теплоты, а две трети – в виде скрытой.

Теплопоступления от технологического оборудования кухонь $Q_{\text{ОБ}}$, Вт, вычисляют по формуле

$$Q_{\text{ОБ}} = 1000 \cdot K_0 \left[\sum N_{\text{М}} \cdot K_{\text{З}} \cdot (1 - K_1) + \sum N_{\text{Н}} \cdot K_{\text{З}} \cdot (1 - K_2) + \sum N_{\text{Р}} \cdot K_{\text{З}} \right], \quad (4.5)$$

где $N_{\text{М}}$ – установочная мощность модулированного технологического оборудования (таблица 4.4), кВт;

$N_{\text{Н}}$ – установочная мощность немодулированного технологического оборудования (котлы, кипятильники), кВт;

$N_{\text{Р}}$ – установочная мощность электрического оборудования в раздаточном проеме, кВт;

K_0 – коэффициент одновременности работы теплового оборудования (для столовых – 0,8, для ресторанов и кафе – 0,7);

$K_{\text{З}}$ – коэффициент загрузки теплового оборудования (таблица 4.4);

K_1 – коэффициент эффективности приточно-вытяжных локализующих устройств (ПВЛУ), равный 0,75;

K_2 – то же для немодулированного оборудования (ПВЛУ – 0,75, для завес – 0,45).

Теплопоступления от нагретых поверхностей определяются по формуле

$$Q_{\text{ПОВ}} = (\alpha_{\text{к}} + \alpha_{\text{л}}) \cdot F_{\text{ПОВ}} \cdot (t_{\text{ПОВ}} - t_{\text{В}}), \text{Вт}, \quad (4.6)$$

где $t_{\text{ПОВ}}, F_{\text{ПОВ}}$ – соответственно температура поверхности, °С, и её площадь, м^2;

$\alpha_{\text{к}}, \alpha_{\text{л}}$ – соответственно коэффициенты конвективного и лучистого теплообмена, Вт/(м^2·К).

Таблица 4.4 – Характеристика теплового оборудования предприятия общественного питания

Тепловое оборудование	Габариты оборудования	Установочная мощность единицы оборудования, кВт	Коэффициент загрузки оборудования
Секционное модулированное оборудование			
Плиты: ПЭСМ-4ш ПЭСМ-2к	840 × 840 × 860 420 × 840 × 860	18 3,8	0,65 0,65
Сковороды: СЭСМ-0,5 СЭСМ-0,2	1470 × 840 × 860	13	0,65
Фритюрница ФЭСМ–2	420 × 840 × 860	7,5	0,65
Котел КПЭСМ-2	1050 × 840 × 860	8,6	0,30
Шкаф ШЖЭСМ-2	840 × 800 × 1500	3,8	0,65
Немодулированное оборудование			
Варочный котел емкостью, л: – 40 – 60 – 125	 – – –	 5 6,8 8,5	 0,3 0,3 0,3
Кипятильник емкостью, л: – 200 – 100 – 25	 – – –	 10 8,3 3,3	 0,3 0,3 0,3
Оборудование, расположенное в раздаточном проеме			
Тепловая стойка СРТЭСМ Мармит МЭСМ-50	1470 × 840 × 860 840 × 840 × 860	2,0 4,0	0,50 0,50

Коэффициенты конвективного и лучистого теплообмена определяются по формулам:

$$\alpha_{\text{к}} = A\sqrt[3]{t_{\text{ПОВ}} - t_{\text{В}}}, \tag{4.7}$$

где A – соответственно температура поверхности, °С, и её площадь, м^2;

$\alpha_{\text{к}}, \alpha_{\text{л}}$ – 1,67 для вертикальных поверхностей, 2,16 – для горизонтальных, обращенных вверх, и 1,16 – для горизонтальных, обращенных вниз.

$$\alpha_{\text{л}} \approx 4{,}9[0{,}81 + 0{,}005(t_{\text{ПОВ}} - t_{\text{В}})]. \tag{4.8}$$

Поступление скрытой теплоты с поступающим в помещение водяным паром $Q_{\text{ВП}}$, Вт, можно рассчитать по формуле

$$Q_{\text{ВП}} = \frac{M_{\text{ВП}} \cdot (r_0 + c_{\text{ВП}} \cdot t_{\text{В}})}{3{,}6}, \tag{4.9}$$

где $M_{\text{ВП}}$ – влаговыделения в помещение, кг/ч;

r_0 – 2500 кДж/кг – удельная теплота парообразования воды при нулевой температуре;

$c_{\text{ВП}}$ – теплоемкость водяных паров, равная 1,8 кДж/(кг·К).

Однако обычно $Q_{\text{ВП}}$, или, что то же самое, $Q_{\text{СКР}}$, определяют как разность поступлений полной и явной теплоты, а влаговыделения определяют обратным расчетом через $Q_{\text{СКР}}$.

Теплопотери через ограждения и дополнительные теплопотери на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха вентилируемого помещения определяют по таблице расчета теплопотерь с последующим пересчетом на расчетные наружные и внутренние температуры, принятие для режима вентиляции или кондиционирования воздуха:

$$Q_{\text{ПОТ}}^{\text{ХП}} = Q_{\text{ОТ}} \frac{t_{\text{В.ВЕНТ}}^{\text{ХП}} - t_{\text{Н.ОТ}}}{t_{\text{В.ОТ}} - t_{\text{Н.ОТ}}}, \text{Вт в холодный период года;} \tag{4.10}$$

$$Q_{\text{ПОТ}}^{\text{ХП}} = Q_{\text{ОТ}} \frac{t_{\text{В.ВЕНТ}}^{\text{ПП}} - t_{\text{Н.ПП}}}{t_{\text{В.ОТ}} - t_{\text{Н.ОТ}}}, \text{Вт в переходный период года,} \tag{4.11}$$

где $t_{\text{Н.ПП}}$ – расчетная температура наружного воздуха в переходный период, принимаемая равной +10 °С;

$t_{\text{В.ВЕНТ}}^{\text{ПП}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха в переходный период в режиме вентиляции (из таблицы расчетных параметров внутреннего воздуха);

$t_{\text{Н.ОТ}}$ – расчетная температура наружного воздуха в холодный период по параметрам «Б».

Для защиты помещений от переохлаждения наружным воздухом, поступающим через открываемые двери главных входов здания, следует предусмотреть устройство воздушно-тепловых завес.

Теплопоступления и теплопотери помещения (по явной теплоте) в Вт рекомендуется занести в таблицу «Теплопоступления и теплопотери помещения с общеобменной вентиляцией», которая дана в приложении 1.

4.1.2 Влаговыделения в помещении

Источниками влагопоступлений в помещение являются люди, технологическое оборудование, горячая пища и т.д. В некоторых помещениях (души, прачечные и пр.) влаговыделение происходит со смоченных поверхностей ограждающих конструкций и оборудования.

Влаговыделения от людей определяют по 4.1, учитывая интенсивность физической нагрузки, но рекомендуется уточнение по ниже приведенной формуле, кг/ч:

$$M_{\text{ВП}} = \frac{3{,}6 \cdot Q_{\text{СКР}}}{r_0 + c_{\text{вп}} \cdot t_{\text{В}}}, \tag{4.12}$$

где $Q_{\text{СКР}} = Q_{\text{П}} - Q_{\text{Я}}$, Вт – разность избытков полной и явной теплоты, т.е. поток скрытой теплоты.

Другие обозначения см. в п. 4.1.1 в формуле (4.9) для $Q_{\text{ВП}}$. При отсутствии других источников влаги, кроме людей, берется разность поступлений полной и явной теплоты только от людей. Температура принимается для соответствующего периода года по таблице расчетных параметров внутреннего воздуха в режиме вентиляции или кондиционирования.

Если имеются поступления теплоты и влаги от горячей пищи, к $Q_{\text{СКР}}$ добавляется еще 2/3 $Q_{\text{ГП}}$. Иначе говоря, влагопоступления от остывающей пищи $M_{\text{ГП}}$, кг/ч, в торговых залах предприятий общественного питания определяют по формуле

$$M_{\text{ГП}} = \frac{3{,}6 \cdot 0{,}67 Q_{\text{ГП}}}{r_0 + c_{\text{вп}} \cdot t_{\text{В}}}, \tag{4.13}$$

где $0{,}67$ – доля скрытой теплоты (% от общих тепловыделений);

$Q_{гп}$ – полные тепловыделения от горячей пищи в торговом зале предприятия общественного питания, Вт.

Влаговыделения с открытой водной поверхности рассчитывают по рекомендациям [1]:

$$M_{\text{ВП}} = 7{,}4(a + 0{,}017v)(\text{p}_2 - \text{p}_1)\frac{101{,}3 \cdot 10^3 \cdot F}{\text{p}_{\text{Б}}}, \text{кг/ч}, \tag{4.14}$$

где a – фактор скорости движения окружающего воздуха под влиянием гравитационных сил;

v – относительная скорость движения воздуха над поверхностью испарения, м/с, может быть принята равной подвижности воздуха в помещении для соответствующего периода года;

p_1 – парциальное давление водяного пара во внутреннем воздухе, Па, принимается по таблице расчетных параметров

внутреннего воздуха для соответствующего периода;

p_2 – давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре поверхности воды $t_{ПОВ}$;

F – поверхность испарения, м^2;

$p_Б$ – барометрическое давление в районе строительства, Па, выбирается по принятым расчетным параметрам наружного климата.

При $t_В$ от 15 до 30 °С принимается по таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Определение фактора скорости движения окружающего воздуха под влиянием гравитационных сил

Температура поверхности воды $t_{ПОВ}$, °С	30	40	50	60	70	80	90	100
Фактор a	0, 022	0,028	0,033	0,037	0,041	0,046	0,051	0,06

Если вода хорошо перемешивается, температура ее поверхности равна температуре воды в целом t_w. Для спокойной воды можно пользоваться таблицей 4.6 (при $t_В$ около 20 °С и $\varphi_В$ около 70%).

Таблица 4.6 – Определение температуры спокойной воды

t_w,°C	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$t_{ПОВ}$, °С	18	28	37	45	51	58	69	82	97

При других параметрах внутреннего воздуха величину $t_{ПОВ}$ можно считать равной температуре мокрого термометра $t_М$ по таблице расчетных параметров внутреннего воздуха.

Влаговыделения от плит, сковород, котлов и другого оборудования, снабженного укрытиями, поступают в эти укрытия и в балансе помещения не учитываются.

От немодулированного оборудования без отсоса воздуха, а также от теплового оборудования, установленного в раздаточном проеме, в кухню поступают влаговыделения в следующем количестве:

– от варочных котлов емкостью: 40 л – 3 кг/ч;
60 л – 5 кг/ч;
125 л – 10 кг/ч;

– от мармитов и тепловых стоек – 0,7 кг/ч на 1м^2 в плане.

При расчете влаговыделений от варочных котлов коэффициент загрузки принимают равным 0,3, а коэффициент одновременности (если установлено несколько варочных котлов) – 0,7.

4.1.3 Газовые выделения в помещении

Выделение в помещение углекислого газа, выдыхаемого людьми, определяется в одинаковом размере для всех периодов года с учетом интенсивности физической нагрузки по следующей таблице ([17], с изменениями).

Таблица 4.7 – Количество углекислого газа, выделяемого взрослыми людьми (мужчинами)

Интенсивность нагрузки	Поступления CO_2
Покой	18
Легкая работа	25
Работа средней тяжести	35
Тяжелая работа	50

Примечание: для женщин значения из таблицы необходимо умножать на 0,85; для детей – на 0,75.

Тепловые избытки по явной и полной теплоте, переведенные в кДж/ч, влаговыделения в кг/ч и газовые выделения в л/ч в помещении заносят в таблицу «Сводная таблица вредных выделений» в приложении 1.

Пример расчета поступлений теплоты, влаги и углекислого газа в помещение общественного здания

Исходные данные:

Общественное двухэтажное здание: Амбулатория на 100 посещений в смену с аптекой IV группы в конструкциях.

Район строительства – г. Краснодар.

Помещение № 1 (Зал обслуживания населения).

Размеры: 18,29 (площадь пола) × 3,3 (высота) м. В помещении находятся: 7 человек (3 женщины, 4 мужчины) и 1 продавец (женщина), т.е. всего 4 женщины и 4 мужчины. Расчетные параметры наружного и внутреннего климата и результаты расчета теплопотерь в холодный период в режиме отопления приняты по примеру, приведенному в методических указаниях по расчету мощности отопительных приборов системы отопления.

Расчеты: Коэффициент снижения теплопоступлений от людей:

$\eta_{\text{жен}} = 0{,}85;\ \eta_{\text{муж}} = 1$ – категория работ – легкая.

Явная теплота:

ТП $t_{\text{В}} = 31{,}6$ °С; $q_{\text{ч.я.}} = 29{,}12$ Вт/чел (по таблице 4.1).

$$Q_{\text{ч.я.}} = \sum q_{\text{ч.я.}} \cdot N \cdot \eta = 29{,}12 \cdot 4 \cdot 0{,}85 + 29{,}12 \cdot 4 \cdot 1 = 215{,}5 \text{ Вт.}$$

Здесь N – число людей соответствующего пола и возраста и с данной категорией работы.

$$\underline{\text{ПП}}\ t_{\text{В}} = 18\ °\text{C};\ q_{\text{ч.я.}} = 108{,}2\ \text{Вт/чел.}$$

$$Q_{\text{ч.я.}} = \sum q_{\text{ч.я.}} \cdot N \cdot \eta = 108{,}2 \cdot 4 \cdot 0{,}85 + 108{,}2 \cdot 4 \cdot 1 = 801\ \text{Вт.}$$

$$\underline{\text{ХП}}\ t_{\text{В}} = 20\ °\text{C};\ q_{\text{ч.я.}} = 99\ \text{Вт/чел.}$$

$$Q_{\text{ч.я.}} = \sum q_{\text{ч.я.}} \cdot N \cdot \eta = 99 \cdot 4 \cdot 0{,}85 + 99 \cdot 4 \cdot 1 = 732{,}6\ \text{Вт.}$$

Полная теплота:

$$\underline{\text{ТП}}\ t_{\text{В}} = 31{,}6\ °\text{C};\ q_{\text{ч.п.}} = 145\ \text{Вт/чел.}$$

$$Q_{\text{ч.п.}} = \sum q_{\text{ч.п.}} \cdot N \cdot \eta = 145 \cdot 4 \cdot 0{,}85 + 145 \cdot 4 \cdot 1 = 1073\ \text{Вт.}$$

$$\underline{\text{ПП}}\ t_{\text{В}} = 18\ °\text{C};\ q_{\text{ч.п.}} = 153{,}3\ \text{Вт/чел.}$$

$$Q_{\text{ч.п.}} = \sum q_{\text{ч.п.}} \cdot N \cdot \eta = 153{,}3 \cdot 4 \cdot 0{,}85 + 153{,}3 \cdot 4 \cdot 1 = 1135\ \text{Вт.}$$

$$\underline{\text{ХП}}\ t_{\text{В}} = 20\ °\text{C};\ q_{\text{ч.п.}} = 151\ \text{Вт/чел.}$$

$$Q_{\text{ч.п.}} = \sum q_{\text{ч.п.}} \cdot N \cdot \eta = 151 \cdot 4 \cdot 0{,}85 + 151 \cdot 4 \cdot 1 = 1117{,}4\ \text{Вт.}$$

Скрытая теплота и влага:

$$\underline{\text{ТП}}\ \text{М}_{\text{ВП}} = \frac{3{,}6(1073-215{,}5)}{2500+1{,}8\cdot 31{,}6} \approx 1{,}2\ \text{кг/ч};$$

$$\underline{\text{ПП}}\ \text{М}_{\text{ВП}} = \frac{3{,}6(1135-801)}{2500+1{,}8\cdot 18} \approx 0{,}5\ \text{кг/ч};$$

$$\underline{\text{ХП}}\ \text{М}_{\text{ВП}} = \frac{3{,}6(111{,}7-732{,}6)}{2500+1{,}8\cdot 18} \approx 0{,}55\text{кг/ч}.$$

Углекислый газ:

$M_{CO_2} = \sum m_{CO_2} \cdot N \cdot \eta$; в нашем случаи $m_{CO_2} = 25\ \text{л}/(\text{ч} \cdot \text{чел.})$ по таблице 4.7;

$M_{CO_2} = 25 \cdot 4 \cdot 0{,}85 + 25 \cdot 4 \cdot 1 = 185\ \text{л/ч}$ для всех периодов года.

Искусственное освещение:

$$Q_{\text{ОСВ}} = E \cdot F_{\text{пл}} \cdot q_{\text{ОСВ}} \cdot h_{\text{ОСВ}}.$$

В нашем случае $F_{\text{пл}} = 18{,}29\ \text{м}^2, E = 150$ лк по таблице 4.3 «Уровень общего освещения помещений» для аптеки, $q_{\text{ОСВ}} = 0{,}087$ по таблице 4.2 «Удельные тепловыделения от светильников» при площади помещения до 50 м и высоте помещения до 3,6 м. Принимаем светильники преимуществен-

но прямого света и берем среднее значение между светильниками прямого и диффузного света. Коэффициент $h_{\text{ОСВ}} = 0{,}45$ (считаем, что светильники находятся в вентилируемом подвесном потолке).

Тогда $Q_{\text{ОСВ}} = 150 \cdot 18{,}29 \cdot 0{,}087 \cdot 0{,}45 \approx 107{,}4$ Вт.

Теплопоступления от приборов системы отопления:

$$Q_{c.o} = Q_{\text{ОТ}} \frac{t_{\text{СР.ОП}} - t_{\text{В.ВЕНТ}}^{\text{ХП}}}{t_{\text{СР.ОП}} - t_{\text{В.ОТ}}};$$

$$Q_{\text{ОТ}} = 862 \text{ Вт};\ t_{\text{СР.ОП}} = \frac{t_r + t_o}{2} = \frac{95 + 70}{2} = 82{,}5\ °C;$$

$$t_{\text{В.ВЕНТ}}^{\text{ХП}} = 20°\text{C};\ t_{\text{В.ОТ}} = 16°\text{C};$$

$$Q_{c.o} = 862 \frac{82{,}5 - 20}{82{,}5 - 16} \approx 814 \text{ Вт}.$$

Теплопотери в режиме вентиляции:

$$t_{\text{В.ВЕНТ}}^{\text{ПП}} = 18°\text{C};\ t_{\text{Н.ОТ}} = -19°\text{C};$$

$$Q_{\text{ПОТ}}^{\text{ХП}} = Q_{\text{ОТ}} \frac{t_{\text{В.ВЕНТ}}^{\text{ХП}} - t_{\text{Н.ОТ}}}{t_{\text{В.ОТ}} - t_{\text{Н.ОТ}}} = 862 \cdot \frac{20 - (-19)}{16 - (-19)} \approx 960{,}5 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{ПОТ}}^{\text{ПП}} = Q_{\text{ОТ}} \frac{t_{\text{В.ВЕНТ}}^{\text{ПП}} - t_{\text{Н.ПП}}}{t_{\text{В.ОТ}} - t_{\text{Н.ОТ}}} = 862 \cdot \frac{18 - 10}{16 - (-19)} \approx 197 \text{ Вт}.$$

Расчет теплопоступлений от солнечной радиации через окна помещения

Исходные данные: Помещение № 1. Одно окно с ориентацией на СВ.

Географическая широта φ = 44 °с.ш.; площадь окна $F_{ОКН}$ = 1,2 · 0,9 = = 1,08 м^2.

1. Максимальное количество теплоты от прямой и рассеянной солнечной радиации, проникающей через одинарное остекление:

$q_{\text{П}}^{\text{В}} = 369$ Вт/м^2, $q_{\text{П}}^{\text{В}} = 98$ Вт/м^{2}в период с 6 до 7 часов по таблице представленной в приложении 2 для остекления, ориентированного на СВ на широте 44$^{\text{o}}$.

Угол между солнечным лучом и окном определим по формуле

$$\beta = arctg(ctgh \cdot cosA_{CO}),$$

где h – высота стояния солнца;

A_{CO} – солнечный азимут остекления. Принимаем h = 19° по таблице,

представленной в приложении 4 для периода 6–7 часов и широты 44°.

По той же таблице приложения 4 принимаем азимут солнца A_C = 100°. Поскольку A_C<135, то при ориентации СВ и времени до полудня $A_{CO} = 135 - A_C = 135 - 100 = 35°$.

Тогда $\beta = \text{arctg}(\text{ctg}19 \cdot \cos 35) \approx 67{,}2°$.

2. Коэффициент инсоляции вертикального остекления

$$K_{\text{ИНС.В}} = \left(1 - \frac{\text{L}_\text{r}\text{ctg}\beta - \alpha}{\text{H}}\right) \cdot \left(1 - \frac{\text{L}_\text{в}\text{tgA}_\text{CO} - \text{c}}{\text{B}}\right),$$

где H – высота окна (H = 1,2 м);

B – ширина (B = 0,9 м);

$\alpha = c = 0$, т.к. отсутствуют внешние солнцезащитные козырьки;

$L_r = L_\text{в} = 0{,}13$ – заглубление остекления от наружной поверхности фасада (принято 0,13 м как для кирпичных зданий).

Отсюда

$$\text{К}_{\text{ИНС.В}} = (1 - \frac{0{,}13 \cdot \text{ctg}\ 67{,}2 - 0}{1{,}2}) \cdot (1 - \frac{0{,}13 \cdot \text{tg}35 - 0}{0{,}9}) \approx 0{,}858.$$

3. Коэффициент облучения $K_{\text{ОБЛ}}$ зависит от углов:

$\beta_1 = Arctg\left(\frac{L_\text{В}}{B+c}\right) \approx 8{,}2$, следовательно, вертикальная компонента

$K_{\text{ОБЛ.В}} = 0{,}984$ (рисунок 4.4 [16]);

$\gamma_1 = Arctg\left(\frac{L_r}{H+a}\right) \approx 6{,}2$, следовательно, горизонтальная компонента

$K_{\text{ОБЛ.Г}} = 0{,}9784$ (рисунок 4.4 [16]).

Тогда

$$K_{\text{ОБЛ}} = K_{\text{ОБЛ.В}} \cdot K_{\text{ОБЛ.Г}} \approx 0{,}96.$$

4. Удельный тепловой поток от проникающей солнечной радиации через принятое остекление

$$q_{\text{ПР}} = (q_\text{П}^\text{В} \cdot K_{\text{ИНС.В}} + q_\text{Р}^\text{В} \cdot K_{\text{ОБЛ}}) \cdot\ K_{\text{ОТН}} \cdot \tau_2,$$

где $K_{\text{ОТН}}$ – коэффициент относительного проникания солнечной радиации; для окон с двойным остеклением без солнцезащитных устройств и толщиной стекла 4–6 мм по приложению 3 $K_{\text{ОТН}} = 0{,}8$;

τ_2 – коэффициент учета затенения окна переплетами; для принятого остекления определяем из приложения [16] τ_2=0,65.

Тогда

$$q_{\text{ПР}} = (369 \cdot 0{,}858 + 98 \cdot 0{,}96) \cdot\ 0{,}8 \cdot 0{,}65 \approx 214 \text{Вт/м}^2.$$

5. Наружная условная температура на поверхности окна:

$$t_{\text{Н.УСЛ}} = t_{\text{Н.СР}} + 0{,}5A_{tH} \cdot \beta_2 + \frac{(S_B \cdot K_{\text{ИНС.В}} + D_B \cdot K_{\text{ОБЛ}}) \cdot \rho_1 \cdot \tau_2}{a_H},$$

где $t_{\text{Н.СР}}$ – средняя температура наиболее жаркого месяца (июля); $t_{\text{Н.СР}}$ = 23,3 ºС;

A_{tH} – средняя суточная амплитуда колебания температуры наружного воздуха в теплый период; A_{tH} = 18 ºС;

β_2 – коэффициент, учитывающий суточный ход наружной температуры, β_2 = 0,605 при ε = 0 для периода 6–7 часов;

ρ_1 – приведенный коэффициент поглощения радиации; ρ_1 = 0,4 для двойного остекления без солнцезащитных устройств при толщине стекла 4–6 мм;

S_B, D_B – количество теплоты, поступающей на вертикальную поверхность ориентации СВ в период 6–7 часов от прямой и рассеянной радиации для широты 44° (S_B = 419 Вт/м^2 , D_B = 133 Вт/м^2);

a_H – коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности окна; для вертикальной поверхности

$$a_H = 5{,}8 + 11{,}6\sqrt{V} = 5{,}8 + 11{,}6 + \sqrt{1} \approx 17{,}4 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{°C}.$$

$$t_{\text{Н.УСЛ}} = 23{,}3 + 0{,}5 \cdot 18 \cdot (-0{,}605) + \frac{(419 \cdot 0{,}858 + 133 \cdot 0{,}96) \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}65}{17{,}4} \approx 29{,}6 \text{ °C}.$$

6. Теплопоступления от теплопередачи через окно:

$$q_{\text{ПТ}} = \frac{(t_{\text{Н.УСЛ}} - t_B)}{R_0} = \frac{(29{,}6 - 31{,}6)}{0{,}42} \approx -4{,}8 \text{ Вт/м}^2,$$

где R_0 – сопротивление окна теплопередаче в летних условиях; для выбранного типа окна $R_0 = 0{,}42$ Вт/(м·К) по таблице 4.4 [16].

7. Суммарные теплопоступления через окно, ориентированное на СВ:

$$Q_{\text{СР}} = (q_{\text{ПР}} + q_{\text{ПТ}}) \cdot K_{\text{ОТН}} = (214 - 4{,}8) \cdot 1{,}08 \approx 226 \text{ Вт}.$$

Результаты всех расчетов сводим в таблицы 4.8 и 4.9.

Таблица 4.8 – Теплопоступления и теплопотери помещения с общеобменной вентиляцией

Наименование помещения	Объем помещения, м	Расчетный период года	Поступления в помещение явной теплоты, Вт						
			от людей		от солнечной радиации	от искусственного освещения	от системы отопления	от технологического оборудования	от прочих источников
			явная	полная					
1	18,29×3, 3 = 60,4	ТП	215,5	1073	226	–	–	–	–
		ПП	801	1135	226	–	–	–	–
		ХП	732,6	1117,4	–	107,4	814	–	–

Окончание таблицы 4.8

Теплопоступления в помещение, Вт			Теплопотери помещения, Вт	Избыточная теплота		
суммарные			суммарные	явная		полная
явные	полные	скрытые		Вт	Вт/м^3	Вт
11	12	13	14	15	16	17
441,5	1299	857,5	–	441,5	7,3	1299
1027	1361	334	197	830	13,8	1164
1654	2038,8	384,8	960,5	693,5	11,5	1078,3

Таблица 4.9 – Сводная таблица вредных выделений

№ помещения	Наименование помещения	Объем помещения, м^3	Расчетный период года	Тепловые избытки			Влаговыделения, кг/ч	Газовые выделения, л/ч	$\varepsilon = Q_п/M_{вп}$, кДж/кг
				явные, кДж/ч	скрытые, кДж/ч	полные, кДж/ч			
1	Зал обслуживания населения	60,4	ТП	1589	3087	4676	1,2	185	3920
			ПП	2988	1202	4190	0,5	185	8400
			ХП	2497	1385	3882	0,55	185	7100

Примечание: для перевода теплоизбытков в кДж/ч необходимо теплоизбытки в Вт умножить на 3,6.

Аналогичным образом рассчитываем тепло- и влагопоступления в кондиционируемое помещение – кабинет заведующего № 9. Результаты приведены ниже.

Таблица 4.10 – Теплопоступления и теплопотери кондиционируемого помещения

Наименование помещения	Объем помещения, м	Расчетный период года	Поступления в помещение явной теплоты, Вт						
			от людей		от солнечной радиации	от искусственного освещения	от системы отопления	от технологического оборудования	от прочих источников
			явная	полная					
9	10,7×3,3 = 35,3	ТП	71	146	300	–	–	–	–
		ХП	92	149	–	279	505	–	–

Окончание таблицы 4.10

Теплопоступления в помещение, Вт			Теплопотери помещения, Вт	Избыточная теплота		
суммарные			суммарные	явная		полная
явные	полные	скрытые		Вт	Вт/м^3	Вт
11	12	13	14	15	16	17
371	446	75	–	371	10,5	446
876	933	57	526	350	9,9	407

Таблица 4.11 – Сводная таблица вредных выделений

№ помещения	Наименование помещения	Объем помещения, м^3	Расчетный период года	Тепловые избытки			Влаговыделения, кг/ч	Газовые выделения, л/ч	$\varepsilon = Q_п/M_{вп}$, кДж/кг
				явные, кДж/ч	скрытые, кДж/ч	полные, кДж/ч			
9	Кабинет заведующего	35,3	ТП	1336	270	1606	0,11	25	14640
			ХП	1260	205	1465	0,08	25	18400

4.2 Расчет требуемых воздухообменов помещения здания. Выбор расчетного воздухообмена

Требуемым воздухообменом помещения называют минимальный воздухообмен, определяемый по одному из видов вредных выделений (теплота, влага, вредные газы или пары вредных веществ) в один из расчетных периодов года (теплый, переходный или холодный).

Основной метод определения требуемых воздухообменов – балансовый. Он называется так потому, что в его основе лежит составление для помещения системы уравнений баланса воздуха, теплоты, влаги и других вредных выделений. Решением этой системы и получаются соотношения для требуемого воздухообмена.

При использовании балансового метода расчет требуемого воздухообмена целесообразно проводить только по избыткам явной теплоты.

4.2.1 Расчет по избыткам явной теплоты

Требуемые воздухообмены общеобменной вентиляции в помещении в случае «один приток – одна вытяжка» (n=1, m=1). К этому типу помещений

относятся все помещения с общеобменной вентиляцией независимо от схемы подачи-удаления воздуха и вида вредных выделений.

Последовательность расчета требуемого воздухообмена общеобменной вентиляции следующая:

1) задают параметры приточного и уходящего из помещения воздуха;

2) определяют требуемый воздухообмен для данного периода.

Требуемый воздухообмен по избыткам явной теплоты ($Q_{\text{ИЗБ.Я}}$, Вт) находят, решая систему двух уравнений: баланса помещения по явной теплоте и баланса по воздуху:

$$G_{\text{П}}^{\text{ТР}} = G_{\text{У}}^{\text{ТР}} = \frac{3{,}6Q_{\text{ИЗБ.Я}}}{c_B \cdot (t_{\text{У}} - t_{\text{П}})}, \qquad (4.15)$$

где $G_{\text{У}}^{\text{ТР}}$ и $G_{\text{П}}^{\text{ТР}}$ – требуемые общеобменные вытяжка и приток, кг/ч;

c_B – удельная массовая теплоемкость воздуха, c_B = 1,005 кДж/(кг·К);

$t_{\text{У}}$ и $t_{\text{П}}$ – температура соответственно удаляемого и приточного воздуха, °С, для соответствующего периода года.

Значение $Q_{\text{ИЗБ.Я}}$ также принимают для соответствующего периода по таблице 4.10 «Теплопоступления и теплопотери помещения с общеобменной вентиляцией или кондиционированием воздуха».

Для получения надежных результатов необходимо правильно выбрать $t_{\text{У}}$ и $t_{\text{П}}$. В режиме ВЕНТИЛЯЦИИ при вытяжке из верхней зоны температуру удаляемого воздуха можно оценить по формуле

$$t_{\text{У}} = t_B + \Delta t, \qquad (4.16)$$

$$\Delta \text{t} = (\text{H} - \text{h}_{\text{РЗ}}) \cdot \text{grad} \cdot \text{t},$$

где H – высота помещения, м;

$h_{\text{РЗ}}$ – высота рабочей зоны помещения, м, принимается равной 2 м, если люди в помещении стоят, и 1,5 м – если люди сидят или лежат;

$\text{grad} \cdot \text{t}$ – вертикальный градиент температуры, К/м, принимаемый в зависимости от удельной теплонапряженности помещения $q_{\text{уд}}$, Вт/м^3, определяется по таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Определение вертикального градиента температуры

Удельная теплонапряженность помещения $q_{\text{уд}}$, Вт/м^3	$\text{grad} \cdot \text{t}$, К/м
Более 23,2	0,8–1,5
11,6–23,2	0,3–1,2
Менее 11,6	0–0,5

В режиме КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА и вытяжки из верхней зоны обычно принимают $t_{\text{у}} = t_B + 1$, т.е. Δt = 1 °С. Для воздуха, удаляемого из обслуживаемой зоны, и при вентиляции, и при кондиционировании необходимо считать $t_{\text{у}} = t_B$.

Что касается температуры притока, в режиме КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА t_n обычно предварительно принимают на 6–8 градусов ниже величины t_B, взятой для соответствующего периода года. В дальнейшем значение может быть уточнено с последующим пересчетом воздухообмена по результатам проверки параметров приточной струи на входе её в обслуживаемую зону помещения, а также с учетом возможности получения выбранной величины $t_{\text{П}}$ в теплый период года наиболее рациональным способом.

В режиме ВЕНТИЛЯЦИИ предварительно принимается: в холодный период $t_{\text{П}} = t_{\text{В.ОТ}}$; в теплый и переходный – на 0,5–1 градус выше наружной температуры для данного периода по параметрам «А» с учетом того, что в эти периоды наружный воздух подается непосредственно в помещение в качестве притока без дополнительной тепловлажностной обработки и немного подогревается только в вентиляторе.

После выбора расчетного воздухообмена температуры $t_{\text{П}}$ и $t_{\text{у}}$ для некоторых периодов могут быть дополнительно уточнены. Если применяется рециркуляция, количество наружного воздуха должно быть не менее величины L_{CO_2}.

Требуемые воздухообмены в помещении с местной вытяжной вентиляцией – «один приток – две вытяжки». К помещениям, в которых воздух удаляют на двух уровнях, а следовательно, с разными параметрами, относятся лаборатории научных и учебных зданий, различного рода мастерские при театрах, конструкторских бюро (т. е. помещения с местными отсосами от вытяжных шкафов или станков), помещения обеденных залов с организованным перетеканием воздуха через проемы в смежные технологические помещения и др.

Вид оборудования определяет расход местной вытяжной вентиляции. Например, отсос воздуха от лабораторного вытяжного шкафа зависит от площади расчетного сечения шкафа (0,2 м^2 на 1 м ширины шкафа) и требуемой скорости воздуха – $V_{\text{Тр}}$, м/с, при предельно допустимой концентрации (ПДК) вредных веществ, хранящихся в шкафу:

более 10 мг/м^3 – V_{TP} = 0,5 м/с;
от 10 до 0,1 мг/м^3 – V_{TP} = 0,6–1 м/с;
менее 0,1 мг/м^3 – V_{TP} = 1–1,5 м/с.

При этом

$$G_{MO} = f_{PC} \cdot v_{TP} \cdot \rho_B \cdot 3600, \qquad (4.17)$$

где G_{MO} – массовый расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой зоны помещения местной вытяжкой, кг/ч;

f_{PC} – площадь расчетного сечения проема шкафа, м^2;

ρ_B – плотность воздуха в обслуживаемой зоне помещения, кг/м^3.

В общем случае расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой зоны помещения, обозначается в балансовых уравнениях как $G_{\text{у}2}$. Это либо местные отсосы, либо организованное перетекание воздуха в смежное помещение, либо расход рециркулирующего внутреннего воздуха, забираемого из обслуживаемой зоны помещения.

Воздухообмен общеобменной вентиляции определяют с учетом суммы расходов $G_{\text{у}2}$, кг/ч, всех местных отсосов и других потоков воздуха, уходящих из обслуживаемой зоны. Например, требуемый расход вытяжки из верхней зоны помещения по избыткам явной теплоты $G_{\text{у}1}$, кг/ч, определяют по формуле

$$G_{\text{у}1} = \frac{3{,}6Q_{\text{ИЗБ.Я}} - G_{\text{у}2} \cdot c_B (t_{\text{у}2} - t_{\text{у}1})}{c_B \cdot (t_{\text{у}1} - t_{\text{П}})}, \qquad (4.18)$$

где у_1 и у_2 – расходы и параметры общеобменной и местной вытяжки, а *п* – притока.

Обычно можно считать, что $t_{\text{у}2} = t_B$. Другие температуры определяются как при схеме «один приток – одна вытяжка». Расход притока тогда равен:

$$G_{\text{П}} = G_{\text{у}1} + G_{\text{у}2}.$$

Требуемые воздухообмены в помещении с произвольным числом притоков и вытяжек. В общем случае, если в помещении «*n*» притоков и «*m*» вытяжек, требуемая по явной теплоте общеобменная вытяжка (индекс «У1») и общеобменный приток (индекс «П1») вычисляются по формулам:

$$G_{\text{у}1} = \frac{3{,}6Q_{\text{ИЗБ.Я}} + \sum_2^n G_{\text{П}i} \cdot c_B \cdot (t_{\text{П}i} - t_{\text{П}1}) - \sum_2^m G_{\text{у}i} \cdot c_B \cdot (t_{\text{у}i} - t_{\text{П}1})}{c_B \cdot (t_{\text{у}1} - t_{\text{П}})}; \qquad (4.19)$$

$$G_{\text{П}1} = \sum_1^m G_{\text{у}i} - \sum_2^m G_{\text{П}i}. \qquad (4.20)$$

Требуемые воздухообмены в блоке смежных помещений. Если между смежными помещениями организовано перетекание воздуха, то расчет воздухообмена в них проводят совместно, учитывая, что для одного помещения перетекающий воздух – это вытяжка, а для другого – приток. Пример таких смежных помещений – блок «кухня и торговый зал» предприятия общественного питания. Расчет воздухообмена для этих помещений начинают с определения расхода воздуха в местных системах вентиляции кухни и потоков организованного перетекания воздуха из «чистого» зала в «загрязненную» кухню. В таблице 4.13 приведены рекомендуемые объемные расходы воздуха *L* для местной вентиляции помещения кухни. Массовые расходы G

получаются из L умножением на плотность воздуха, взятую при соответствующей температуре.

Таблица 4.13 – Рекомендуемые расходы воздуха, удаляемого от оборудования кухни, и расходы местного притока к такому оборудованию

Типовое оборудование кухни	Расход удаляемого воздуха от ед. оборудования, м^3/ч	Расход приточного воздуха на ед. оборудования, м^3 /ч	Тип ПВЛУ	Количество, шт.
Плиты ПЭСМ-4ш	1250	800	МВ0-450	2
Плиты ПЭСМ-2к	350	200	МВО-450	1
Сковороды СЭСМ-0,2	800	400	МВО-450	2
Сковороды СЭСМ-0,5	1000	400	МВО-450	3
Фритюрница ФЭСМ-20	550	200	МВ0-450	1
Шкаф ШЖЭСМ-2	500	–	МВ0-840	1
Котел КПЭСМ-60	750	400	МВО-450	2
Мармит МЭСМ-50	400	400	МВО-450	2
Шашлычная печь	700	600	Встроенное	1

Общие расходы местного притока G_m и местной вытяжки $G_{\text{П2}}$ из кухни определяют в зависимости от принятого теплового оборудования, снабженного ПВЛУ, в технологической части проекта (в соответствии с заданием).

Расход воздуха, перетекающего из торгового зала в горячий цех $G_{\text{У2.ЗАЛА}} = G_{\text{ПЕРЕТ}} = G_{\text{ПЗ.КУХНИ}}$, кг/ч, определяют по средней скорости воздуха $V_{\text{ПЕРЕТ}}$ в проемах, соединяющих чистое и загрязненное помещения:

$$G_{\text{ПЕРЕТ}} = f_{\text{ПР}} \cdot v_{\text{ПР}} \cdot \rho_{\text{В}} \cdot 3600, \qquad (4.21)$$

где $f_{\text{ПР}}$ – площадь проема, м^2;

$\rho_{\text{В}}$ – плотность воздуха в обслуживаемой зоне помещения обеденного зала, кг/м^3.

Средняя скорость перетекающего воздуха зависит от разности плотности воздуха в помещениях и минимальной скорости в верхней части проема, предотвращающей поступление вредностей из кухни в зал (0,2–0,3 м/с). Площадь сечения проемов принимают по строительной части проекта (высота раздаточного проема около 1,0 м).

Воздухообмен в торговом зале по избыткам явной теплоты (один приток и две вытяжки, т.е. $n = 1$, $m = 2$) находят из формул:

$$G_{\text{У1}} = \frac{3{,}6Q_{\text{ИЗБ.Я}} - G_{\text{У2}} \cdot c_B(t_{\text{У2}} - t_{\text{П1}})}{c_B \cdot (t_{\text{У1}} - t_{\text{П}})};\ G_m = G_{\text{У1}} + G_{\text{У2}}. \qquad (4.22)$$

Воздухообмен в горячем цехе по избыткам явной теплоты (обычно три притока и две вытяжки, т. е, $n = 3$, $m = 2$) определяют по общей формуле (см. выше), принимая:

$G_{П2}$ – поток воздуха, подаваемый местным притоком, кг/ч. Его температуру можно принять на 0,3–0,5 градуса выше $t_{В.ЗАЛА}$, кг/ч;

$G_{П3}$ – расход перетекающего из зала воздуха с температурой $t_{П3} = t_{В.ЗАЛА}$, кг/ч;

$G_{У2}$ – поток воздуха, удаляемый местными отсосами, кг/ч, с температурой $t_{У2} = t_{В.КУХНИ}$.

Остальные параметры принимаются как при схеме «один приток – одна вытяжка».

4.2.2 Выбор расчетного воздухообмена

Расчетную величину воздухообмена в помещении G^P кг/ч, т.е. расход воздуха для подбора вентиляционного оборудования, выбирают, руководствуясь следующими соображениями:

– для ВЕНТИЛЯЦИИ:

1) если в помещении в теплый период года можно осуществлять требуемый воздухообмен через открытые проемы, то за расчетный воздухообмен принимается большая величина из требуемых воздухообменов в переходный и холодный периоды;

2) если в теплый период невозможно осуществлять естественное проветривание через окна (по технологическим, санитарно-гигиеническим или конструктивным причинам), то расчетный воздухообмен равен большему из требуемых воздухообменов по трем периодам;

– для КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА:

расчетным является больший из требуемых воздухообменов по двум периодам.

Если для раздачи приточного воздуха используются воздухораспределители, работающие на переменном расходе воздуха, то подача притока регулируется не только по сезонам, но и в течение рабочего времени. Это дает заметную экономию энергии. Однако системы с переменным расходом пока не получили широкого распространения, хотя в принципе возможен вариант, при котором устраиваются две приточные системы: одна с производительностью, равной наименьшему из требуемых воздухообменов, работает в течение всего года, а вторая, дополнительная, подключается в тот период, для которого требуемый воздухообмен больше.

Поэтому, выбрав расчетную величину воздухообмена по какому-нибудь периоду, необходимо уточнить параметры приточного или, наоборот, внутреннего воздуха для остальных периодов, т. е. решить так называемую обратную задачу расчета воздухообмена. Это необходимо для правильного выбора теплопроизводительности калориферной установки.

При схеме «один приток – одна вытяжка» возможны следующие варианты:

1) при КОНДИЦИОНИРОВАНИИ всегда уточняем параметры притока по формуле

$$t_{\text{П}} = t_{\text{у}} - \frac{3{,}6Q_{\text{ИЗБ.Я}}}{c_B \cdot G^P}. \quad (4.23)$$

Здесь значения $t_{\text{у}}$ и $Q_{\text{ИЗБ.Я}}$ принимаются для того периода, для которого уточняется температура притока. При этом уточненное значение $t_{\text{П}}$ обязательно должно получиться выше, чем первоначально принятое.

2) при ВЕНТИЛЯЦИИ, если расчетный воздухообмен принят по теплому периоду, уточняем температуру притока в холодный период по вышеприведенной формуле и внутреннюю температуру в переходный период по формулам:

$$t_{\text{у}} = t_{\text{П}} - \frac{3{,}6Q_{\text{ИЗБ.Я}}}{c_B \cdot G^P};\ t_{\text{В}} = t_{\text{у}} - \Delta t. \quad (4.24)$$

Здесь величина Δt – это принятая для переходного периода разность $t_{\text{у}}$ и $t_{\text{В}}$, вычисленная через *grad t*; значения $t_{\text{П}}$ и $Q_{\text{ИЗБ.Я}}$ также принимаются для переходного периода. Если полученное значение $t_{\text{В}}$ окажется ниже минимального из допустимых для данного помещения, т.е. ниже $t_{\text{В.ОТ}}$, делается вывод, что в переходный период необходимо продолжать подогрев притока, и требуемая температура притока вычисляется как при кондиционировании.

Если расчетный воздухообмен принят по переходному периоду, то уточняют температуру притока в холодный период и внутреннюю температуру – в теплый. При этом фактическое значение в теплый период обязательно должно получиться ниже, чем первоначально принятое.

Если расчетный воздухообмен принят по холодному периоду, уточняют фактическую внутреннюю температуру в теплый и переходный период и при необходимости решают вопрос о продолжении подогрева притока в переходный период.

После выбора G^P и решения обратной задачи воздухообмена вычисляют объемные расходы воздуха по притоку и вытяжке, м/ч:

$$L_{\text{П}}^P = \frac{G^P}{\rho_{\text{П}}};\ L_{\text{у}}^P = \frac{G^P}{\rho_{\text{у}}},$$

где плотность притока $\rho_{\text{П}}$ и вытяжки $\rho_{\text{у}}$, кг/м^3, определяется в зависимости от температур притока и вытяжки, взятых для того периода, для которого они являются наибольшими (обычно для теплого периода): $\rho = \frac{353}{t+273}$.

Поскольку эти плотности неодинаковы, объемный расход по притоку и по вытяжке также может несколько не совпадать. После этого вычисляются фактические кратности воздухообмена:

$$K_P^{\Phi} = \frac{L^P}{V},\ \text{ч}^{-1},$$

также отдельно по притоку и по вытяжке. Здесь V – объем помещения по внутреннему обмеру, м^3. Ниже приведен пример расчета воздухообмена.

Примечание. При снижении в течение года или суток тепловой нагрузки в помещении возможен вариант работы системы «с пропусками». При этом требуется выполнение санитарной нормы по свежему воздуху, подаваемому в помещение.

После расчета L^P необходимо сравнить их с минимальным количеством наружного воздуха L_{CO_2}, м^3/ч, которое определяют по выделениям углекислого газа:

$$L_{CO_2} = \frac{M_{CO_2}}{C_{\text{ПДК}} - C_{\text{П}}}. \quad (4.25)$$

Здесь M_{CO_2} – выделение CO_2 в помещении, л/ч (см. п. 4.3), принимается по таблице 4.14 «Таблица вредных выделений»; $C_{\text{ПДК}}$ и $C_{\text{П}}$ – соответственно максимально допустимая концентрация углекислого газа во внутреннем воздухе и его концентрация в приточном воздухе, л/м^3, определяемые следующим образом [18]:

Таблица 4.14 – Таблица вредных выделений

Район	$C_{\text{П}}$, л/м^3	Здание	$C_{\text{ПДК}}$, л/м^3
Центр города (более 1 млн чел)	0,75	Лечебные и детские	1,0
Район в черте города	0,5	Актовые, зрительные, спортивные залы и т.п. с большим числом людей	1,5
Загородная зона, небольшие поселки	0,4	При временном пребывании (магазины, кинотеатры)	2,0

Величина L_{CO_2} должна быть не меньше, чем предусмотрено нормами подачи наружного воздуха на одного человека L_O для соответствующих зданий. Например, в зрительных залах и магазинах – не менее 20 м^3/ч на человека, в спортивных залах – 80 м^3/ч на одного занимающегося и не менее 20 м^3/ч на одного зрителя [16]. Если оказывается, что L_{CO_2} больше, чем L^P, то за расчетный воздухообмен принимается L_{CO_2} и еще раз уточняется температура притока или внутреннего воздуха, как описано выше.

Пример расчета воздухообмена в помещении общественного здания

Исходные данные

Общественное двухэтажное здание: Амбулатория на 100 посещений в смену с аптекой IV группы в конструкциях.

Район строительства – г. Краснодар.

ВЕНТИЛЯЦИЯ. Расчетное помещение – зал обслуживания населения. Характеристики помещения, параметры микроклимата и результаты расчета тепловлаговыделений приведены в примере в п. 4.3. Схема организации воздухообмена – один приток, одна вытяжка с подачей воздуха в верхнюю зону и удалением также из верхней зоны.

ТП $\Delta t = (H - 2) \cdot gradt = (3{,}3 - 2) \cdot 0{,}135 \approx 0{,}18\,°C$ по формуле (4.2). В данном случае $h_{\text{ПЗ}} = 2$ м, т.к. люди в помещении стоят. Величину gradt принимаем по таблице 4.12 при удельной теплонапряженности 7,3 Вт/м^3 из примера в п. 4.1.3.

$$t_{\text{у}} = t_{\text{В}} - \Delta t = 31{,}6 + 0{,}18 = 31{,}78\ °\text{C};$$

$$t_{\text{П}} = t_{\text{НА}} + 0{,}5 = 28{,}6 + 0{,}5 = 29{,}1\ °\text{C};$$

$$G_{\text{П}}^{\text{ТР}} = G_{\text{у}}^{\text{ТР}} = \frac{3{,}6Q_{\text{ИЗБ.Я}}}{c_B \cdot (t_{\text{у}} - t_{\text{П}})} = \frac{3{,}6 \cdot 441{,}5}{1{,}005 \cdot (31{,}78 - 29{,}1)} \approx 590\ \text{кг/ч}.$$

ПП $\Delta t = (H - 2) \cdot gradt = (3{,}3 - 2) \cdot 0{,}94 \approx 1{,}3\ °\text{C};$

$$t_{\text{у}} = t_{\text{В}} + \Delta t = 18 + 1{,}3 = 19{,}3\ °\text{C};$$

$$t_{\text{П}} = t_{\text{НА}} + 0{,}5 = 10 + 0{,}5 = 10{,}5\ °\text{C};$$

$$G_{\text{П}}^{\text{ТР}} = G_{\text{у}}^{\text{ТР}} = \frac{3{,}6Q_{\text{ИЗБ.Я}}}{c_B \cdot (t_{\text{у}} - t_{\text{П}})} = \frac{3{,}6 \cdot 830}{1{,}005 \cdot (19{,}3 - 10{,}5)} \approx 338\ \text{кг/ч}.$$

ХП $\Delta t = (H - 2) \cdot gradt = (3{,}3 - 2) \cdot 1{,}1 \approx 1{,}43\ °\text{C};$

$$t_{\text{у}} = t_{\text{В}} + \Delta t = 20 + 1{,}43 = 21{,}43\ °\text{C};$$

$$t_{\text{П}} = t_{\text{В.ОТ}} = 16\ °\text{C};$$

$$G_{\text{П}}^{\text{ТР}} = G_{\text{у}}^{\text{ТР}} = \frac{3{,}6Q_{\text{ИЗБ.Я}}}{c_B \cdot (t_{\text{у}} - t_{\text{П}})} = \frac{3{,}6 \cdot 693{,}5}{1{,}005 \cdot (21{,}43 - 16)} \approx 457{,}5\ \text{кг/ч}.$$

$G_{\text{П}}^{\text{Р}} = G_{\text{у}}^{\text{Р}} = \max(\text{ТП}, \text{ПП}, \text{ХП}) = 590$ кг/ч, т.е. соответствует требуемому воздухообмену в ТП, следовательно, уточняем $t_{\text{П}}^{\text{ХП}}$ и $t_{\text{В}}^{\text{ПП}}$:

$$t_{\text{П}}^{\text{ХП}} = t_{\text{У}}^{\text{ХП}} - \frac{3{,}6Q_{\text{ИЗБ.Я}}^{\text{ХП}}}{c_B \cdot G^P} = 21{,}43 - \frac{3{,}6 \cdot 693{,}5}{590 \cdot 1{,}005} \approx 17{,}2\ ^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{П}}^{\text{ПП}} = t_{\text{У}}^{\text{ПП}} - \frac{3{,}6Q_{\text{ИЗБ.Я}}^{\text{ПП}}}{c_B \cdot G^P} = 19{,}3 - \frac{3{,}6 \cdot 830}{590 \cdot 1{,}005} \approx 14{,}3\ ^{\circ}\text{C}.$$

Поскольку это выше наружной температуры в ПП, равной +10 °С, полученный результат говорит о том, что в ПП необходимо продолжать, подогрев притока, в данном случае до температуры +14,3 °С, во избежание переохлаждения помещения.

Вычисляем объемный расход воздуха и фактическую кратность воздухообмена, принимая температуры притока и уходящего воздуха наибольшими из всех расчетных периодов, т.е. в данном случае по ТП.

$$\rho_{\text{П}} = \frac{353}{t_{\text{П}} + 273} = \frac{353}{29{,}1 + 273} = 1{,}17 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$$

$$t_{\text{П}}^P = \frac{G^P}{\rho_{\text{П}}} = \frac{590}{1{,}17} \approx 504 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}};$$

$$K_P^{\Phi} = \frac{L^P}{V} \approx 8{,}3\ \text{ч}^{-1};$$

$$\rho_{\text{У}} = \frac{353}{t_{\text{У}} + 273} = \frac{353}{31{,}78 + 273} = 1{,}16\ \text{кг/м}^3;$$

$$t_{\text{П}}^P = \frac{G^P}{\rho_{\text{П}}} = \frac{590}{1{,}16} \approx 509\ \text{м}^3/\text{ч};$$

$$K_P^{\Phi} = \frac{L^P}{V} \approx 8{,}3\ \text{ч}^{-1}.$$

Таким образом, расчет показывает, что объемные расходы притока и вытяжки отличаются незначительно, и этой разницей можно пренебречь.

Проверяем расчетный воздухообмен на соответствие санитарной норме:

$$L_{CO_2} = \frac{M_{CO_2}}{C_{\text{ПДК}} - C_{\text{П}}},$$

где $C_{\text{П}} = 0{,}5 \frac{\text{л}}{\text{м}^3}$, $C_{\text{ПДК}} = 1\ \text{л/м}^3$, $M_{CO_2} = 185\ \text{л/ч}$.

$$L_{CO_2} = \frac{M_{CO_2}}{C_{\text{ПДК}} - C_{\text{П}}} = \frac{185}{1 - 0{,}5} = 370\ \text{м}^3/\text{ч},$$

$L_{CO_2} < L^P$, поэтому оставляем воздухообмен, вычисленный по избыткам явной теплоты.

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА. Расчетное помещение – кабинет заведующего (№ 9). Расчетные параметры наружного и внутреннего кли-

мата и результаты расчета теплопотерь в холодный период в режиме отопления приняты по примеру, приведенному в методических указаниях по расчету мощности отопительных приборов системы отопления.

Характеристики помещения и результаты расчета тепловлаговыделений приведены в примере в п. 4.3. Схема организации воздухообмена – один приток, одна вытяжка с подачей воздуха в верхнюю зону и удалением также из верхней зоны.

ТП

$$t_{\text{П}} = t_B - 6 = 24 - 6 = 18\ °C;\ t_{\text{у}} = t_B + 1 = 24 + 1 = 25\ °C;$$

$$G_{\text{П}}^{\text{ТР}} = G_{\text{у}}^{\text{ТР}} = \frac{3{,}6Q_{\text{ИЗБ.Я}}}{c_B \cdot (t_{\text{у}} - t_{\text{П}})} = \frac{3{,}6 \cdot 371}{1{,}005 \cdot (25 - 18)} \approx 190\ \text{кг/ч}.$$

ХП

$$t_{\text{П}} = t_B - 6 = 21 - 6 = 15\ °C;\ t_{\text{у}} = t_B + 1 = 21 + 1 = 22\ °C;$$

$$G_{\text{П}}^{\text{Р}} = G_{\text{у}}^{\text{Р}} = \frac{3{,}6Q_{\text{ИЗБ.Я}}}{c_B \cdot (t_{\text{у}} - t_{\text{П}})} = \frac{3{,}6 \cdot 350{,}5}{1{,}005 \cdot (22 - 15)} \approx 180\,\frac{\text{кг}}{\text{ч}};$$

$$G_{\text{П}}^{\text{Р}} = G_{\text{у}}^{\text{Р}} = \max(\text{ТП}, \text{ХП}) = 190\,\frac{\text{кг}}{\text{ч}},$$

т.е. отвечает требуемому для ТП, следовательно, уточняем $t_{\text{П}}^{\text{ХП}}$:

$$t_{\text{П}}^{\text{ХП}} = t_{\text{у}}^{\text{ХП}} = \frac{3{,}6Q_{\text{ИЗБ.Я}}^{\text{ХП}}}{c_B \cdot G^P} = 22 - \frac{3{,}6 \cdot 350{,}5}{190 \cdot 1{,}005} \approx 15{,}4\ °C.$$

Вычисляем объемный расход воздуха и фактическую кратность воздухообмена, принимая температуры притока и уходящего воздуха наибольшими из всех расчетных периодов, т.е. в данном случае по ТП.

$$\rho_{\text{П}} = \frac{353}{t + 273} = \frac{353}{18 + 273} = 1{,}21\ \text{кг/м}^3;$$

$$L_{\text{П}}^P = \frac{G^P}{\rho_{\text{П}}} = \frac{190}{1{,}21} \approx 157\ \text{м}^3/\text{ч};$$

$$K_P^{\Phi} = \frac{L^P}{V} \approx 4{,}5\ \text{ч}^{-1};$$

$$\rho_{\text{у}} = \frac{353}{t + 273} = \frac{353}{25 + 273} = 1{,}18\ \text{кг/м}^3;$$

$$L_{\text{П}}^P = \frac{G^P}{\rho_{\text{П}}} = \frac{190}{1{,}18} \approx 161\ \text{м}^3/\text{ч};$$

$$K_P^{\Phi} = \frac{L^P}{V} \approx 4{,}5\ \text{ч}^{-1},$$

поэтому оставляем воздухообмен, вычисленный по избыткам явной теплоты.

4.2.3 Построение процессов изменения состояния воздуха на I-d-диаграмме и определение фактических параметров внутреннего воздуха при вентиляции

Схемы процессов изменения состояния воздуха в помещении, а при вентиляции и при его обработке в приточной установке должны быть представлены на *I-d*-диаграмме с учетом избытков ПОЛНОЙ теплоты и ВЛАГОВЫДЕЛЕНИЙ в помещении для всех расчетных периодов года.

Параметры воздуха представлены характерными точками процессов:

– точка Н – параметры наружного воздуха;

– точка П – параметры приточного воздуха;

– точка В – параметры воздуха в обслуживаемой зоне помещения;

– точка У – параметры уходящего воздуха.

Параметры точки Н – температура и энтальпия – принимаются по таблице «Расчетные параметры наружного воздуха». В холодный период используются параметры «Б», в теплый для режима кондиционирования – тоже «Б», а в теплый и переходный периоды для режима вентиляции – параметры «А».

В режиме ВЕНТИЛЯЦИИ при прямоточной схеме построение процессов осуществляется для трех периодов и производится следующим образом. Сначала на *I-d*-диаграмме отмечается точка *Н* по её температуре и энтальпии для соответствующего периода. Затем от этой точки вертикально вверх по линии $d_H = const$ строится отрезок до пересечения с изотермой $t_П = const$, взятой для соответствующего периода, с учетом ее возможного уточнения после выбора расчетного воздухообмена. Получаем точку *П*. В теплый период года, когда осуществляется только подача воздуха без его обработки, подъем от точки *Н* к точке *П* составляет 0,5–1 °С за счет подогрева в вентиляторе (см. п. 4.2.1).

То же самое касается переходного периода, если по расчету оказалось, что подогрев притока не нужен. В противном случае процесс в переходный период будет выглядеть в принципе так же, как и в холодный. Затем от точки *П* проводим луч процесса в помещении с угловым коэффициентом

$$\varepsilon = Q_{\text{ИЗБ.П}}/M_{\text{В.П}}, \text{кДж/кг},$$

где $Q_{\text{ИЗБ.П}}$ – избытки полной теплоты, кДж/ч;

$M_{\text{В.П}}$ – влаговыделения, кг/ч, для соответствующего периода года.

Значения ε должны быть определены при заполнении таблицы «Сводная таблица вредных выделений» (см. пример после п. 4.1.3).

На пересечении луча процесса с изотермами $t_B = const$ и $t_У = const$, взятыми для соответствующего периода, получаем соответственно точки *В* и *У*. По диаграмме определяем фактические значения относительной влажности внутреннего воздуха φ_B.

Для каждого периода проверяем, не превышают ли они максимально допустимых значений. После этого вычисляем остальные параметры состоя-

ния воздуха в точке *В* по формулам, приведенным в методических указаниях «Расчет мощности отопительных приборов системы отопления», и заполняем до конца соответствующие колонки в таблице «Расчетные параметры внутреннего воздуха вентилируемых и кондиционируемых помещений».

Схемы процессов в режиме вентиляции приведены на рисунке 4.1.

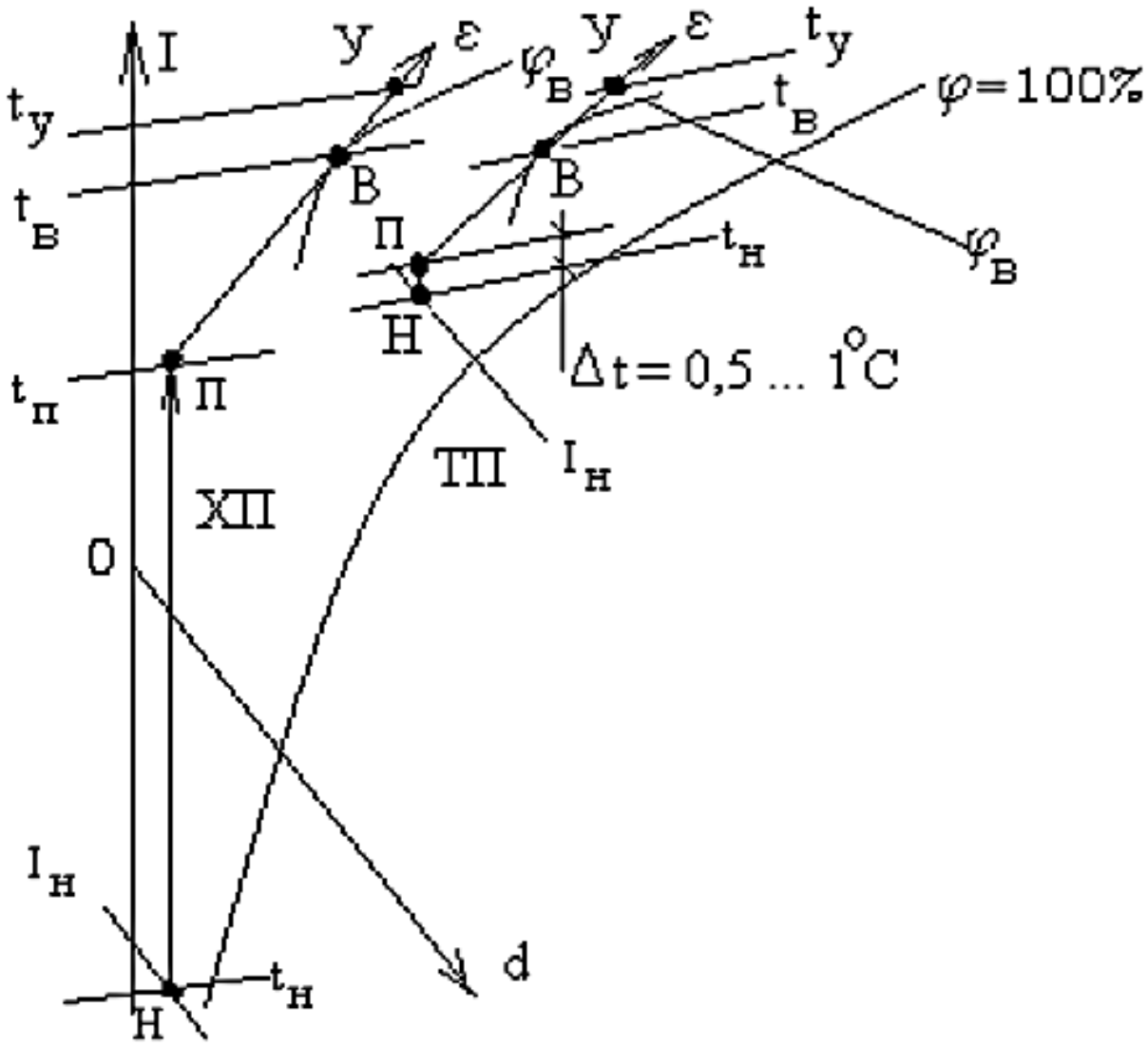


Рисунок 4.1 – Процессы изменения состояния воздуха в помещении при вентиляции без рециркуляции (прямоточная схема)

В условиях примера, рассмотренного в п. 4.1.3 и 4.2.3, фактическая относительная влажность в холодный период года получается равной 12%, в переходный – 56%, а в теплый – 48%, что действительно лежит в допустимых пределах. Остальные уточненные параметры внутреннего воздуха приведены в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Уточненные параметры внутреннего воздуха

Параметры внутреннего воздуха	ТП (В) доп.	ПП (В) доп.	ХП (В) доп.
Температура $t_{В}$, °С	31,6	18	20
Энтальпия $I_{В}$, кДж/кг	68,3	36,9	24,7
Влагосодержание $d_{В}$, г/кг	14,3	7,4	1,8
Относительная влажность p, %	48	56	12
Температура мокрого $t_{Р}$, °С термометра $t_{М}$, °С	22,9	13	7,8
Температура точки росы $t_{Р}$, °С	19,4	9,4	-8,8
Парциальное давление водяного пара $P_{ВП}$, Па	2256	1156	281
То же при полном насыщении $P_{НАС}$, Па	4700	2064	2338
Плотность p, кг/м^3	1,133	1,19	1,18
Удельный вес y, Н/м^3	11,1	11,66	11,6

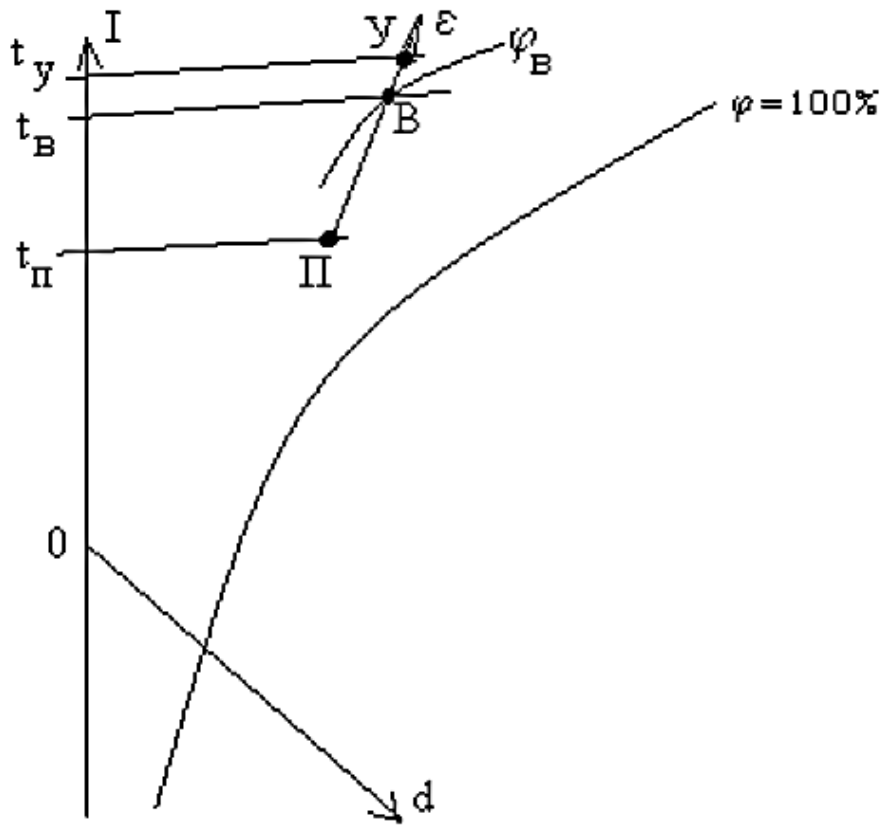


Рисунок 4.2 – Процесс изменения состояния воздуха в помещении при кондиционировании воздуха без рециркуляции (прямоточная схема)

В режиме КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА построение осуществляется для двух периодов и начинается с нанесения на диаграмму точки B по её температуре и относительной влажности для соответствующего периода, поскольку в этом режиме жестко задаются именно внутренние параметры, а основная задача заключается в их обеспечении независимо от переменных наружных условий и внутренних воздействий. После этого через точку B проводится луч процесса с угловым коэффициентом ε, взятым для соответствующего периода, причем проводится в обе стороны – до пересечения с изотермой $t_П = const$ с учетом ее возможного уточнения после выбора расчетного воздухообмена, где мы получаем точку $П$, и до пересечения с изотермой $t_У = const$, где мы имеем точку $У$. Значения $t_П$ и $t_У$ также принимаются для соответствующего периода. Схема процесса приведена на рисунке 4.2. Примерно таким должен быть процесс в оба периода, только в холодный период точка B, а вместе с ней и точки $П$ и $У$, и все построение в целом, будут находиться ниже и левее, чем в теплый, из-за более низких параметров в точке B.

4.3 Расчет воздухообменов по нормам кратности

4.3.1 Нормы кратности

Кратностью воздухообмена Kp называют отношение часового объемного расхода приточного воздуха (кратность притока $Kp_{\text{П}}$) или расхода вытяжного воздуха (кратность вытяжки $Kp_{\text{У}}$) к объему вентилируемого помещения. Размерность кратности воздухообмена [ч$^{-1}$]. Нормативная кратность воздухообмена для рядовых помещений здания приведена в справочной литературе и СНиП для зданий различного назначения.

Для большинства помещений здания предусмотрено определение воздухообмена в м^3/ч по нормативной величине кратности:

$$L_{\text{П}} = Kp_{\text{П}} \cdot V; \tag{4.26}$$

$$L_{\text{У}} = Kp_{\text{У}} \cdot V, \tag{4.27}$$

где $L_{\text{П}}, L_{\text{У}}$ – расчетный воздухообмен помещения по притоку и по вытяжке, м^3/ч;

$Kp_{\text{П}}, Kp_{\text{У}}$ – нормативная кратность притока и вытяжки, ч$^{-1}$;

V – объем помещения по внутреннему обмеру, м^3 – произведение площади на высоту H «в чистоте», т.е. от пола до потолка.

Для некоторых помещений в литературе приводится нормативный воздухообмен на 1 человека L_0, м^3/(ч·чел.). В этом случае расчетный воздухообмен помещения вычисляется по формуле

$$L_{\text{П}} = L_{\text{У}} = L_{\text{О}} \cdot N_{\text{ЧЕЛ}}, \quad (4.28)$$

где $N_{\text{ЧЕЛ}}$ – количество людей в помещении. В отдельных помещениях, например, санузлах, душевых и т.д., роль $N_{\text{ЧЕЛ}}$ играет число унитазов, душевых сеток и других подобных измерителей.

В таких случаях это оговаривается в справочной литературе.

Нормативные значения кратностей воздухообмена и нормативного воздухообмена на 1 человека для различных помещений в зданиях разного назначения приведены в таблицах главы 3 [16]. Если в таблице, относящейся к проектируемому зданию, сведения о некоторых помещениях отсутствуют, их можно найти в таблицах, относящихся к зданиям другого назначения.

Результаты расчета воздухообмена заносят в таблицу «Расчетный воздухообмен общеобменной вентиляции по кратности в помещениях здания», которая приведена в приложении 1.

4.3.2 Правила расчета воздухообмена в помещениях по кратности

Заполнение расчетной таблицы производят отдельно для каждого этажа при коридорной системе или группы помещений на этаже, выходящих в общий коридор (шлюз). Необходимо определить суммарный воздухообмен по притоку ΣG_y и суммарный воздухообмен по вытяжке ΣG_y для каждой такой группы помещений.

Разницу между суммарными притоками и вытяжкой – «дисбаланс» – следует подавать (при избыточной вытяжке) или удалять (при избыточном притоке) из общего шлюза (исключением являются жилые помещения, в которых вытяжка компенсируется естественным притоком через окна).

Суммируя все суммарные притоки с учетом компенсации дисбаланса, получают расчетный расход приточного воздуха для подбора приточной установки для рассмотренных помещений.

Рассчитанные расходы вытяжного воздуха позволяют выбрать производительность вытяжных вентиляционных установок, объединяющих помещения с учетом специальных правил (по режиму работы и видам вредных выделений в помещениях).

Примечание: помещения, в которых воздухообмен вычислялся подробно по тепло-, влаго- и газовыделениям в соответствии с п. 3 данного учебного пособия, также включаются в таблицу расчета воздухообмена по кратностям, только в колонках 6 и 7 указываются фактические кратности, полученные по расчету (см. пример в п. 3.3) с пометкой «по расчету», а в колонках 8 и 9 указываются расчетные значения воздухообмена по притоку и по вытяжке. Если в здании имеется несколько помещений того же названия, что и какое-либо из расчетных, но с другими размерами, для них также используются полу-

ченные фактические значения кратности, а воздухообмен получается умножением на эти кратности фактического объема данных помещений (см. пример).

Пример расчета воздухообмена по нормам кратности

Исходные данные

Общественное двухэтажное здание: амбулатория на 100 посещений в смену с аптекой IV группы в конструкциях.

Район строительства – г. Краснодар.

Фрагменты планов этажей здания приведены в методических указаниях по расчету мощности отопительных приборов системы отопления.

Таблица 4.16 – Расчетный воздухообмен общеобменной вентиляции по кратности в помещениях здания (для группы помещений аптеки, объединенных общим коридором)

№ помещения	Наименование помещения	Размеры помещения, м, или его площадь, $м^2$	Объем помещения V, $м^3$	Количество людей в помещении $N_{чел.}$	Нормативная кратность воздухообмена Кр, $ч^{-1}$, или нормативный воздухообмен на 1 человека L_O, $м^3/(ч.чел.)$		Расчетный воздухообмен, $м^3/ч$	
					приток	вытяжка		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Зал обслуживания населения	18,29	60,4	1	8,3 (по расчету)	8,3 (по расчету)	504 (по расчету)	509 (по расчету)
1А	Зал обслуживания населения	25,2	88		8,3 (по расчету)*	8,3 (по расчету)*	730	735
1Б	Зал обслуживания населения	12,2	43		8,3 (по расчету)*	8,3 (по расчету)*	357	360
1В	Зал обслуживания населения	12,2	43		8,3 (по расчету)*	8,3 (по расчету)*	357	360

Окончание таблицы 4.16

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Ассистентская	18,8	66	1	4	2	263	132
3	Помещение хранения торгового запаса	17	60		2	3	119	179
3А	Помещение хранения торгового запаса	16,9	59		2	3	118	177
4	Моечная	10,7	37		2	3	75	112
5	Дистиляционная-стерилизационная	12,2	43		4	2	171	85
6	Ассистентская-асептическая	12,2	43		4	2	171	85
7	Стерилизационная	7,9	28		4	2	111	55
8	Шлюз	4,1	14		–	5	–	72
9	Кабинет заведующего	10,7	35,3		4,5 (по расче-ту)	4,5 (по рас-чету)	157 (по рас-чету)	161 (по рас-чету)
10	Кладовая вспомогательного материала	8,3	29		–	1	–	29
11	Кладовая стеклотары	11,8	41		–	1	–	41
12	Бельевая	4,5	16		–	1	–	16
						50 $м^3$/ч на 1 унитаз	–	50
						Итого	3022	3158
13	Уборная	–	–		–	Дисба-ланс		136

Примечание: *кратности приняты такие же, как для помещения 1, т.к. помещения имеют одинаковые названия.
Таким образом, для ликвидации дисбаланса нужен дополнительный приток в объеме 136 $м^3$/ч в общий коридор.

4.4 Расчет вентиляции горячих цехов предприятий общественного питания

При проектировании системы вентиляции предприятий общественного питания необходимо иметь в виду, что воздухообмен в помещениях горячих цехов, как правило, является частью воздухообмена предприятия в целом. Следовательно, воздухообмен должен рассчитываться с учетом этого обстоятельства.

Температура воздуха в помещениях горячих цехов с постоянным пребыванием людей должна находиться в пределах от 16 °С до 27 °С. Исключение составляют помещения, в которых для приготовления и хранения продуктов питания требуется специальный температурный режим.

Подвижность воздуха в помещениях, оборудованных местными отсосами, следует ограничивать. Повышенная подвижность воздуха снижает эффективность местных отсосов и приводит к загрязнению помещения горячего цеха. Скорость воздуха в рабочем помещении горячего цеха не должна превышать 0,35 м/с.

Система вентиляции горячего цеха не должна допускать загрязнения продуктов питания.

Система вентиляции должна препятствовать распространению нежелательных запахов, связанных с разделкой и приготовлением продуктов питания, за пределы горячего цеха.

Конструкция местных отсосов и фильтров, установленных в отсосах, должна способствовать их беспрепятственной очистке от кухонных выделений.

Не допускается рециркуляция воздуха, загрязненного кухонными выделениями.

4.4.1 Местные отсосы

По принципу работы местные отсосы подразделяют на пассивные и активированные. Активированные отсосы отличаются от пассивных тем, что в них используются приточные струи для локализации и улавливания кухонных выделений. Активированные отсосы (с поддувом внутри зонта) обладают большей эффективностью и работают при меньшем расходе удаляемого воздуха по сравнению с пассивными отсосами. Общий расход воздуха в приточных струях активированного отсоса не превышает 10% от общего расхода воздуха, удаляемого этим отсосом. Источником воздуха для поддува может служить как наружный воздух, так и внутренний воздух помещения.

По конструкции местные отсосы подразделяют на следующие виды:

– настенный отсос (рисунок 4.3 *а*). Устанавливают, как правило, вплотную к стене над одиночным устройством или кухонным оборудованием, установленным в ряд. Настенный отсос оборудуется сплошной вертикальной панелью, закрывающей пространство от задней стенки отсоса до поверхно-

сти кухонного оборудования. Габариты настенного местного отсоса превышают габариты кухонного оборудования с фронтальной стороны и по ширине. Наличие стены или задней панели способствует улавливанию отсосом кухонных выделений. Это объясняется тем, что конвективный поток, поднимающийся над поверхностью кухонного оборудования и несущий кухонные выделения, настилается на вертикальную поверхность стены, тем самым снижая расход воздуха в восходящем конвективном потоке на уровне отсоса;

– островной отсос (рисунок 4.3 *б*). Отдельно стоящий отсос, расположенный над одиночным устройством или кухонным оборудованием, установленным в ряд. Такой отсос открыт со всех сторон и его габариты превышают габариты кухонного оборудования по ширине и длине. Конвективный поток, поднимающийся над кухонным оборудованием, не ограничен какими-либо ограждениями и подвержен влиянию перекрестных потоков воздуха в помещении. Таким образом, островной отсос требует больший по сравнению с настенным отсосом расход воздуха для удаления выделений от одинакового кухонного оборудования;

– сдвоенный островной отсос (рисунок 4.3 *в*). Состоит из двух настенных отсосов со смежной задней стенкой. Отсосы этого типа монтируют над кухонным оборудованием, установленным в два ряда и обращенным задними стенками друг к другу. Такой отсос открыт со всех сторон, и его габариты превышают габариты кухонного оборудования по ширине и длине. Сдвоенный отсос может быть оборудован вертикальной панелью, расположенной между рядами кухонного оборудования. Расход воздуха, удаляемого сдвоенным островным отсосом, соизмерим с расходом воздуха, удаляемого островным отсосом;

– отсос-шкаф (рисунок 4.3 *г*). Устанавливают низко над поверхностью кухонного оборудования вплотную к стене или оборудуют специальной вертикальной панелью. Отсос-шкаф, как правило, оснащают боковыми панелями от отсоса до кухонного оборудования. Отсос-шкаф располагают на небольшом расстоянии от поверхности кухонного оборудования, поэтому его глубина может быть меньше или равна глубине кухонного оборудования;

– отсос-шкаф с верхним доступом (рисунок 4.3 *д*). Монтируют достаточно низко, что позволяет раздавать приготовленную пищу поверх отсоса;

– отсос-козырек (рисунок 4.3 *е*). Монтируют непосредственно на кухонном оборудовании, над его проемом или дверцами.

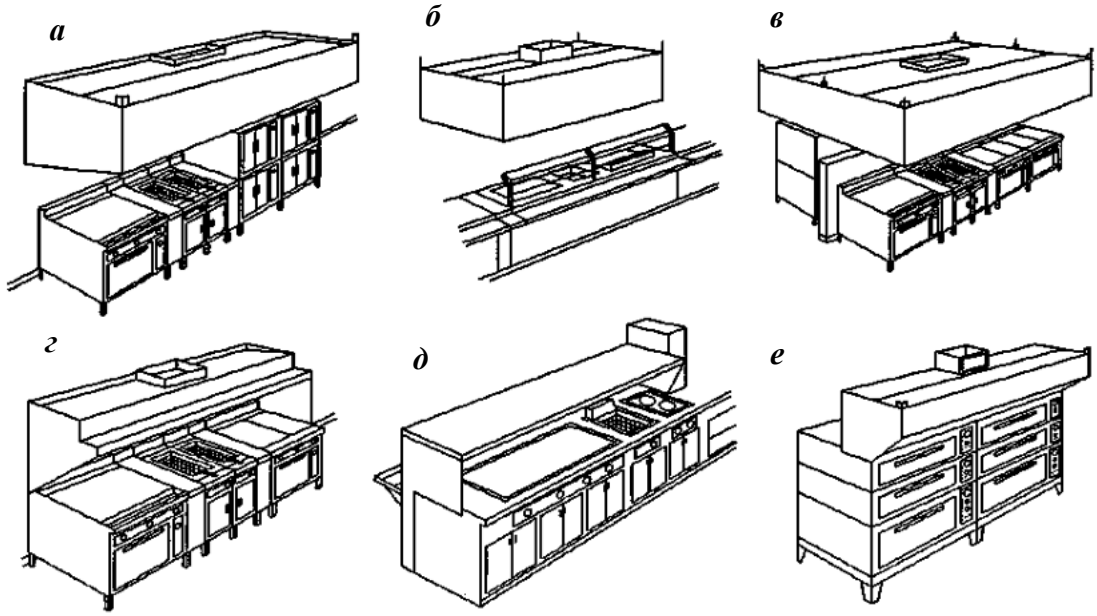
Минимальный вылет местного отсоса x, м, за габариты кухонного оборудования определяют в соответствии с рисунком 4.4 следующим образом:

– если $H - h \leq 1{,}2$ м, то $x = 0{,}2$ м;

– если $H - h > 1{,}2$ м, то $x = 0{,}2 + (H - h - 1{,}2) \cdot 0{,}208$ м.

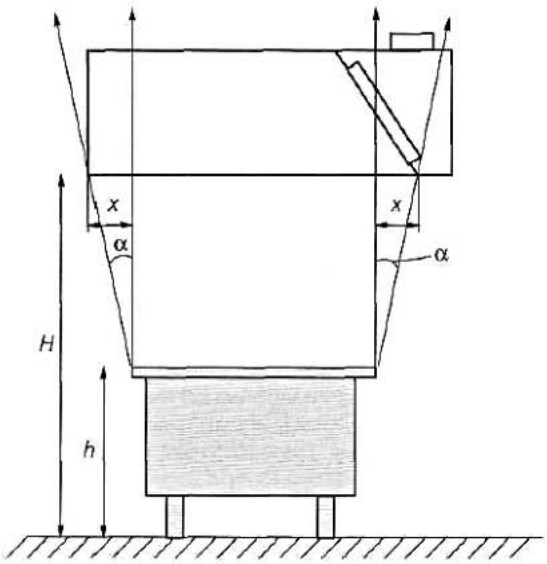
Примечание. Эти требования распространяются только на настенные и островные отсосы. Причем для настенных отсосов минимальный вылет регламентируется только для фронтальной стороны отсоса, а кухонное оборудование рекомендуется устанавливать как можно ближе к стене.

Расстояние от поверхности кухонного оборудования до кромки местного отсоса z, м, как правило, не должно превышать 1,1 м; при увеличении расстояния z увеличивается требуемый расход воздуха (до 40% при z = 1,4 м).



а – настенный отсос; *б* – островной отсос; *в* – сдвоенный островной отсос; *г* – отсос-шкаф; *д* – отсос-шкаф с верхним доступом; *е* – отсос-козырек

Рисунок 4.3 – Виды местных отсосов



H – расстояние от пола до нижней точки отсоса, номинальное значение H = 2,1 м; h – высота кухонного оборудования, как правило, равная от 0,85 до 0,9 м; α – угол, равный 12°; x – вылет местного отсоса, м

Рисунок 4.4 – Размеры местного отсоса

При проектировании общего зонта над вытянутой линией оборудования ($A/B > 2$, где A, B – соответственно длина и ширина) вытяжные отверстия в зонте должны быть с шагом около $2B$ для выравнивания скорости по сечению зонта.

При использовании промышленных местных отсосов равномерное удаление воздуха предусмотрено в его конструкции.

Вылет отсоса над кухонным оборудованием с открывающимися дверьми должен быть не менее 0,4 м со стороны открывающихся дверей.

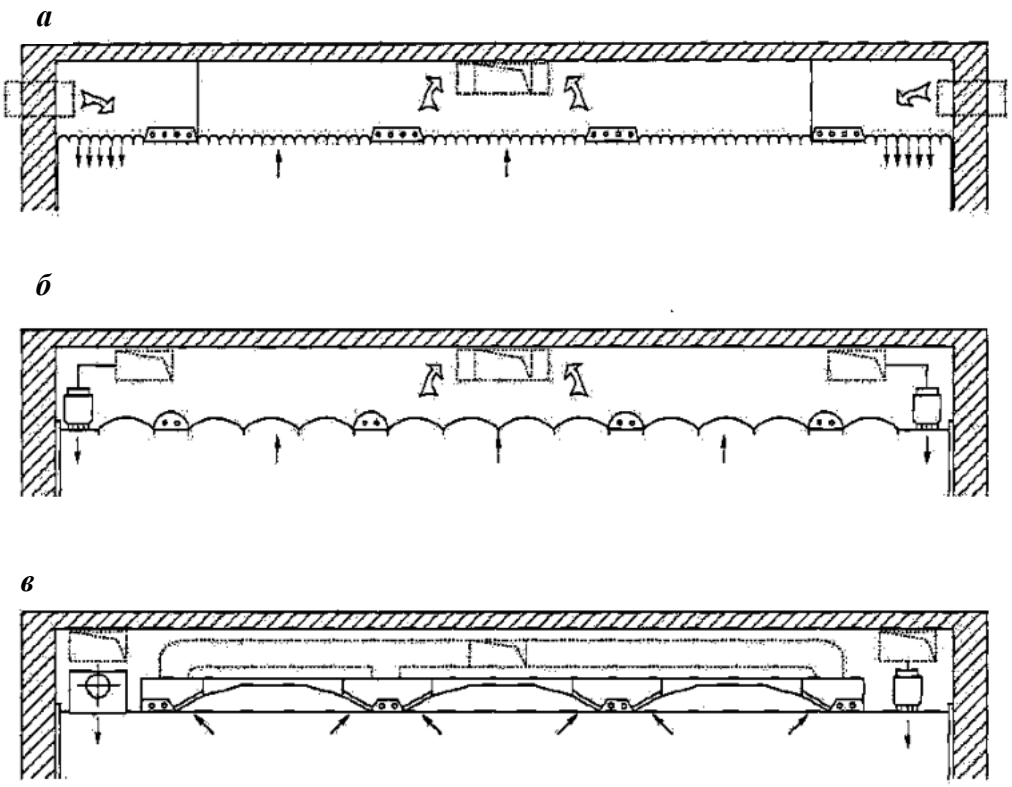
Для отсосов-шкафов и отсосов-шкафов с верхним доступом фронтальный вылет над кухонным оборудованием не регламентируется.

4.4.2 Вентилируемые потолки

Вентилируемый потолок выполняет роль, аналогичную местному отсосу, занимающему всю или значительную часть поверхности потолка горячего цеха.

Так же как и местные отсосы, вентилируемые потолки служат для локализации и удаления кухонных выделений. В вентилируемых потолках могут размещаться устройства для подачи приточного воздуха.

По конструкции вентилируемые потолки делят на два типа: открытые и закрытые (рисунок 4.5).



а – открытый вентилируемый потолок со съемными фильтрами;
б – открытый вентилируемый потолок со съемными фильтрами и желобами для сбора конденсата; *в* – закрытый вентилируемый потолок с изолированными приточными и вытяжными воздуховодами;
г – закрытый вентилируемый потолок с вытяжными воздуховодами и открытой подачей приточного воздуха

Рисунок 4.5 – Вентилируемые потолки

В вентилируемых потолках закрытого типа вытяжные воздуховоды присоединяют непосредственно к герметичному металлическому вытяжному воздуховоду с фильтрами.

В вентилируемых потолках открытого типа вытяжной воздуховод и вентилируемый потолок не соединены металлическим коробом. Стены и потолок помещения горячего цеха образуют замкнутый объем над вентилируемым потолком. Вытяжной воздуховод присоединяют непосредственно к этому объему.

Вентилируемые потолки изготавливают из нержавеющей стали или из комбинации нержавеющей стали и алюминия с оксидным или эмалевым защитным покрытием. Непосредственно над газовым кухонным оборудованием допускается монтаж панелей вентилируемого потолка, изготовленных только из нержавеющей стали.

Фильтры, устанавливаемые в вентилируемых потолках, должны легко очищаться или быть съемной конструкции для последующей очистки.

Вентилируемые потолки закрытого типа следует устанавливать во всех случаях, если кухонные выделения содержат продукты сгорания твердого топлива или пары и частицы жира. Во всех остальных случаях допускается установка вентилируемых потолков как закрытого, так и открытого типа.

4.4.3 Механические фильтры

Воздух, удаляемый местными отсосами и вентилируемыми потолками, должен очищаться от частиц жира до попадания в вытяжные воздуховоды.

Фильтры должны быть установлены под углом к горизонту от 45° до 90°, для того чтобы кухонные выделения, накапливаемые в фильтрах, свободно поступали в желоб для сбора жира.

Примечание. В вентилируемых потолках допускается установка фильтров под углом к горизонту менее 45°, если конструкция фильтра обеспечивает эффективное отведение жира в коллекторах, смонтированных под фильтрами.

Конструкция жирового фильтра должна предотвращать распространение огня от кухонного оборудования к вытяжному воздуховоду.

Фильтр должен быть легкосъемным для периодической очистки или замены.

Примечание. В вентилируемых потолках допускается использовать несъемные фильтры, если их конструкция обеспечивает постоянный отток собранного жира и накопленные в фильтре выделения не изменяют сопротивление фильтра по воздуху более чем на 20 Па при расчетном расходе воздуха.

Габаритные размеры съемных фильтров не должны превышать 500×500 мм, с тем чтобы их можно было мыть в посудомоечных машинах.

Не допускается установка самодельных жировых фильтров. Производители жировых фильтров должны поставлять фильтры с паспортом, содержащим:

– наименование и адрес производителя;

– полученные разрешительные документы (сертификаты) надзорных органов, действующих на территории Российской Федерации;

– габаритные размеры и массу фильтра;

– название материала, из которого изготовлен фильтр;

– диапазон расхода воздуха (минимальный, максимальный), $м^3/с$;

– аэродинамическое сопротивление фильтра при минимальном и максимальном расходе воздуха, Па;

– эффективность фильтра по задержанию частиц при минимальном и максимальном расходе воздуха. Представляется в форме графика или таблицы эффективность фильтра в зависимости от размера частиц при заданных расходе воздуха и сопротивлении воздуха;

– эффективность жирового фильтра в диапазоне частиц размером от 5 до 7 мк должна быть не менее 40% при расчетном расходе воздуха.

4.4.4 Расчет воздушного баланса помещения

Общие положения

Воздушный баланс горячего цеха определяют из расчета компенсации воздуха, удаляемого местными отсосами, вентилируемыми потолками и общеобменной вытяжной вентиляцией.

Для предотвращения распространения запахов, связанных с приготовлением пищи, давление в горячем цеху поддерживается ниже, чем в смежных помещениях. Это достигается поддержанием воздухообмена, при котором переток из смежных помещений в горячий цех составляет как минимум 10%, но не более 60% от общего расхода воздуха, удаляемого из горячего цеха.

Расчет расхода воздуха, удаляемого местными отсосами и вентилируемыми потолками

Расчет габаритов местных отсосов и расхода воздуха, удаляемого местными отсосами и вентилируемыми потолками, допускается осуществлять производителям – поставщикам оборудования. При этом последние несут ответственность за правильность расчетов и за то, что местные отсосы и вентилируемые потолки, смонтированные и работающие в соответствии с их расчетами и рекомендациями, будут полностью улавливать кухонные выделения.

Расчет конвективного потока над горячей поверхностью кухонного оборудования

Расход воздуха, удаляемого местным отсосом, определяют из расчета улавливания конвективного потока, восходящего над горячей поверхностью кухонного оборудования.

Расход воздуха в конвективном потоке над индивидуальным кухонным оборудованием L_{ki}, м^3/с, рассчитывают по формуле

$$L_{ki} = kQ_k^{1/3}(z + 1{,}7D)^{5/3}r, \quad (4.29)$$

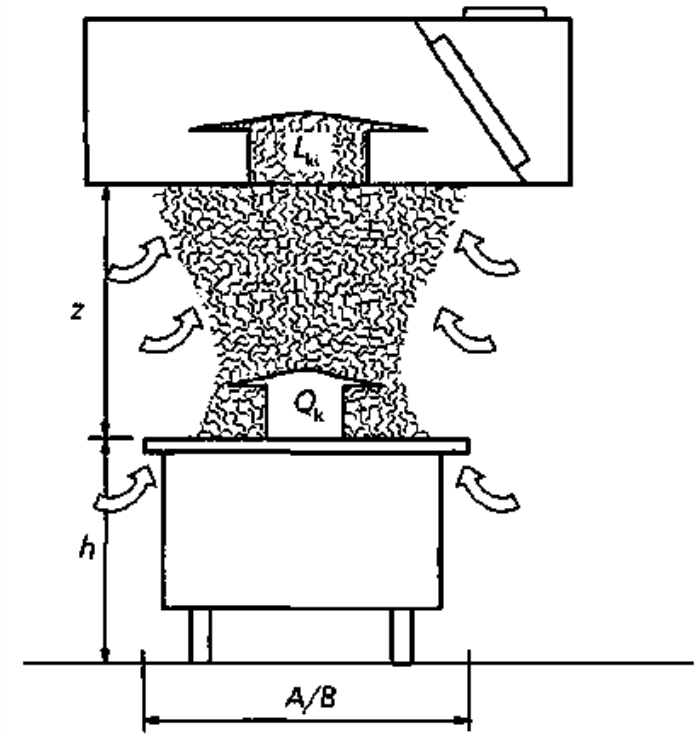
где k – экспериментальный коэффициент, равный $5 \cdot 10^{-3}$ м$^{4/3}$·Вт$^{1/3}$ ·с$^{-1}$;

Q_k – доля конвективных тепловыделений кухонного оборудования, Вт;

z – расстояние от поверхности кухонного оборудования до местного отсоса, м (рисунок 4.6);

D – гидравлический диаметр поверхности кухонного оборудования, м;

r – поправка на положение источника теплоты по отношению к стене (принимают по таблице 4.17).



L_{ki} – конвективный поток воздуха над индивидуальным кухонным оборудованием, м^3/с; z – расстояние от поверхности кухонного оборудования до местного отсоса, м; h – высота кухонного оборудования, как правило, равная от 0,85 до 0,9 м; Q_k – конвективные тепловыделения кухонного оборудования, Вт; A, B – соответственно длина и ширина кухонного оборудования, м

Рисунок 4.6 – Конвективный поток над поверхностью кухонного оборудования

Долю конвективных тепловыделений кухонного оборудования Q_k, Вт, определяют по формуле

$$Q_k = Q_т \cdot K_я \cdot K_k \cdot K_о, \quad (4.30)$$

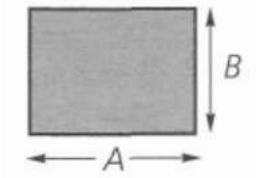
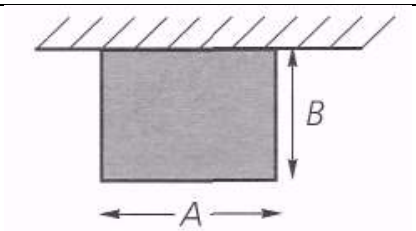
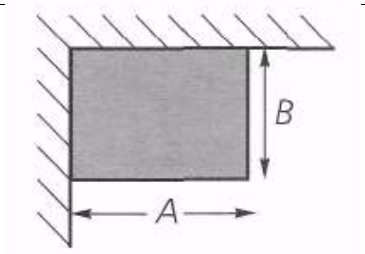
где $Q_т$ – установленная мощность кухонного оборудования, кВт;

$K_я$ – доля явных тепловыделений от установочной мощности кухонного оборудования, Вт/кВт (принимают по таблице приложения 2);

K_k – доля конвективных тепловыделений от явных тепловыделений кухонного оборудования. При отсутствии данных для конкретного оборудования допускается принимать K_k = 0,5;

K_o – коэффициент одновременности работы кухонного оборудования (принимают по таблице приложения 2).

Таблица 4.17 – Поправка на положение источника теплоты по отношению к стене

	Положение кухонного оборудования	Коэффициент *r*
Свободно стоящее		1
У стены		0,63*B*/*A*, но не менее 0,63 и не более 1
В углу		0,4

Гидравлический диаметр поверхности кухонного оборудования *D*, м, определяют по формуле

$$D = \frac{2AB}{A + B}, \tag{4.31}$$

где A – длина кухонного оборудования, м;

B – ширина кухонного оборудования, м.

Расчет расхода воздуха, удаляемого местным отсосом

Расход воздуха, удаляемого местным отсосом L_o, м^3/с, определяют по формуле

$$L_o = \left(\sum_{i=1}^{n} (L_{ki} + L_{ri})\right) \frac{a}{K_{ko}}, \tag{4.32}$$

где n – количество оборудования, расположенного под отсосом;

L_{ri} – объемный расход продуктов сгорания кухонного оборудова-

ния, м^3/с. Для оборудования, работающего на электроэнергии, $L_{ri} = 0$.

a – поправочный коэффициент, учитывающий подвижность воздуха в помещении горячего цеха, принимают по таблице 4.18 в зависимости от системы воздухораспределения;

K_{ko} – коэффициент эффективности местного отсоса. Для стандартных местных отсосов $K_{ko} = 0{,}8$. Активированные местные отсосы (с поддувом приточного воздуха) обладают коэффициентом эффективности выше 0,8. Для таких отсосов значение K_{ko}принимают по данным производителя. Производители активированных местных отсосов с $K_{ko} > 0{,}8$ должны представить результаты испытаний поставляемого ими активированного отсоса для подтверждения заявленного коэффициента эффективности. Ориентировочно, при отсутствии данных, можно принять $K_{ko} = 0{,}85$.

Для оборудования, работающего на газе, рассчитывают по формуле

$$L_{ri} = 3{,}75 \cdot 10^{-7} \cdot Q_{\text{т}} \cdot K_{\text{о}}. \quad (4.33)$$

Расчет расхода воздуха, удаляемого вентилируемым потолком

Расход воздуха, удаляемого вентилируемым потолком, L_o, м^3/с, рассчитывают по формуле

$$L_{\text{о}} = (\sum_{i=1}^{n} (L_{ki} + L_{ri}))a, \quad (4.34)$$

где L_{ki} – высоту z принимают равной расстоянию от поверхности кухонного оборудования до потолка, но не менее 1,5 м.

Таблица 4.18 – Поправочный коэффициент, учитывающий подвижность воздуха в помещении горячего цеха

Способ подачи воздуха	Коэффициент a
Перемешивающая вентиляция	
Струйная подача воздуха через приточные решетки на стене	1,25
через плафонные воздухораспределители на потолке	1,20
Вытесняющая вентиляция	
Подача воздуха через низкоскоростные перфорированные панели* на потолке	1,10
в рабочей зоне помещения	1,05
*Скорость воздуха, отнесенная к общей площади перфорированной панели, не превышает 0,7 м/с. Конструкция воздухораспределителя должна обеспечивать равномерную раздачу воздуха по всей поверхности перфорированной панели.	

4.4.5 Общеобменная вытяжная система

В помещениях с местными отсосами следует предусматривать общеобменную вытяжную вентиляцию с удалением воздуха из верхней зоны. Расход воздуха, удаляемого общеобменной вентиляцией, следует принимать в размере не менее 10% от общего расхода воздуха, удаляемого местными отсосами. Установка общеобменной вытяжной системы не требуется, если кратность воздухообмена в горячем цеху превышает 20 1/ч или горячий цех оборудован вентилируемыми потолками.

4.4.6 Приточные вентиляционные системы

Общие положения

Приточные вентиляционные системы предназначены для восполнения расхода воздуха, удаляемого местными отсосами, общеобменной вытяжкой или вентилируемыми потолками, и поддержания заданной температуры воздуха в горячем цеху.

Воздухозабор приточных вентиляционных систем следует располагать таким образом, чтобы не допускалась рециркуляция воздуха, удаляемого местными отсосами и вентилируемыми потолками.

В системах, где расход воздуха, удаляемого местными отсосами, регулируется или не все отсосы работают одновременно, расход приточного воздуха должен регулироваться автоматически в соответствии с переменным расходом удаляемого воздуха для поддержания баланса воздуха в горячем цеху.

Системы отопления и вентиляции во встроенных, встроенно-пристроенных предприятиях питания к зданиям различного назначения должны проектироваться раздельными с системами этих зданий; возможно их присоединение к узлам управления этих зданий.

Расчет расхода приточного воздуха

Массовый расход наружного воздуха, подаваемого в помещение горячего цеха, $G_{\text{п}}$, кг/с, определяют из расчета воздушного баланса помещения исходя из компенсации воздуха, удаляемого местными отсосами, общеобменной вытяжкой или вентилируемым потолком, по формуле

$$G_{\text{п}} = (\sum_{i=1}^{n}(L_{\text{o}i} \cdot \rho_i) + L_{\text{в}} \cdot \rho_{\text{в}} - L_{\text{с}} \cdot \rho_{\text{с}} - L_n^{\text{o}} \cdot \rho_n^{\text{o}} - L_n^a \cdot \rho_n^a, \qquad (4.35)$$

где $L_{\text{o}i}$ – объемный расход воздуха, удаляемого i-м местным отсосом или вентилируемым потолком, м^3/с;

ρ_i – плотность воздуха, удаляемого i-м местным отсосом или вентилируемым потолком, кг/м^3;

$L_{в}$ – объемный расход воздуха, удаляемого общеобменной вентиляцией, м^3/с;

$\rho_{в}$ – плотность воздуха, удаляемого общеобменной вентиляцией, кг/м^3;

$L_{с}$ – объемный расход воздуха, поступающего в горячий цех из смежных помещений, м^3/с. Если горячий цех ограничен смежными помещениями и не допускается распространение запахов, связанных с приготовлением пищи, в смежные помещения, $L_{с}$ принимают не менее 10% от общего объемного расхода воздуха, удаляемого местными отсосами или вентилируемыми потолками;

$\rho_{с}$ – плотность воздуха, поступающего из смежных помещений, кг/м^3;

$L_n^{о}$ – объемный расход воздуха, подаваемого от комбинированного приточно-вытяжного устройства, кг/м^3; принимают по данным производителя-поставщика оборудования;

$\rho_n^{о}$ – плотность воздуха, раздаваемого в помещение горячего цеха через комбинированное приточно-вытяжное устройство, кг/м^3;

L_n^a – объемный расход воздуха, подаваемого в поддув активированного местного отсоса, м^3/с; принимают по данным производителя-поставщика оборудования, но не выше 0,1 $L_{о}$. Если в качестве источника воздуха для поддува используют внутренний воздух помещения, $L_n^a = 0$;

ρ_n^a – плотность воздуха, подаваемого в поддув активированного местного отсоса, кг/м^3.

Для расчета воздухообмена в горячих цехах и в помещениях для выпечки кондитерских изделий принимать:

– температуру воздуха, удаляемого через зонты, завесы и локализующие устройства над кухонным оборудованием, выделяющим тепло, до 42 °С;

– температуру воздуха под потолком 30 °С.

В горячих цехах теплонапряженность не должна превышать 200–210 Вт на 1 м^2 производственной площади.

Приблизительный расчет воздухообмена

Если на этапе проектирования нет данных о кухонном оборудовании, приблизительный расчет расхода приточного воздуха может производиться исходя из площади всего помещения горячего цеха, расхода приточного воздуха 90 (м^3/с)/ м^2 (кратность $n \cong 30$ 1/ч).

Окончательный расчет расхода приточного воздуха производят в соответствии с формулой (4.35).

Расчет воздухообмена для вспомогательных помещений

Расчет расхода приточного воздуха для вспомогательных помещений допускается по таблице 4.19 исходя из площади помещения горячего цеха или расчета энергетического баланса помещения.

Таблица 4.19 – Данные для расчета воздухообмена вспомогательных помещений

Назначение помещения	Расход приточного воздуха, $(м^3/с)/м^2$, и приблизительная кратность воздухообмена n, 1/ч
Для приготовления мясопродуктов, рыбы, птицы и овощей	15(n = 5)
Складские помещения	6 (n = 2)
Для раздачи горячей пищи	60 (n = 20)

Перемешивающая вентиляция

Приточные устройства перемешивающей вентиляционной системы следует располагать таким образом, чтобы приточные струи не препятствовали улавливанию отсосами конвективных потоков, восходящих над кухонным оборудованием.

Вытесняющая вентиляция

Вытесняющая вентиляция, при которой приточный воздух подается с низкой скоростью непосредственно в рабочую зону горячего цеха, обладает преимуществом по сравнению с перемешивающей вентиляцией, поскольку позволяет сократить расход воздуха, удаляемого местными отсосами и вентилируемыми потолками (таблица 4.18).

Воздухораспределительные устройства вытесняющей вентиляции, установленные в рабочей зоне горячего цеха, следует изготавливать из нержавеющей стали.

4.4.7 Воздуховоды

Приточные и вытяжные воздуховоды должны соответствовать действующим российским стандартам и изготавливаться из листовой оцинкованной стали толщиной не менее 0,8 мм.

Вытяжные воздуховоды должны оборудоваться съемными люками для периодической проверки и очистки.

На горизонтальных участках вытяжных воздуховодов люки монтируются на боковых поверхностях воздуховода. Минимальное расстояние от нижнего среза отверстия для люка до основания воздуховода должно быть не менее 40 мм.

При прокладке вертикальных вытяжных воздуховодов через несколько этажей на каждом этаже должен быть обеспечен доступ к воздуховодам для их очистки.

Скорость воздуха в воздуховодах рекомендуется рассчитывать в соответствии с таблицей 4.20.

Таблица 4.20 – Рекомендуемая скорость воздуха

Часть воздуховода	Приточный воздуховод, м/с	Вытяжной воздуховод, м/с
Магистральный воздуховод	6–8	6–9
Ответвления	4–6	5–7
Присоединения вентиляционных решеток	3–4	4–5

4.4.8 Вентиляторы

Приточные и вытяжные вентиляторы должны монтироваться таким образом, чтобы можно было осуществлять периодические проверки и очистки.

Вытяжные вентиляторы, обслуживающие местные отсосы и вентилируемые потолки, удаляющие пары и/или частицы жира, должны оборудоваться дренажом и поддоном для оттока и сбора жира. Электродвигатели таких вентиляторов должны быть изготовлены в жирозащитном исполнении, с учетом работы при высоких температурах или, по возможности, размещаться вне потока удаляемого воздуха.

4.4.9 Требования к системе пожарной безопасности

Система вентиляции

Систему вентиляции горячих цехов относят к повышенной категории пожароопасности в связи с выделением паров и/или частиц жира и возможностью их возгорания.

Вытяжные системы горячих цехов должны проектироваться и эксплуатироваться с учетом ограничения скопления жира в воздуховодах. Съемные жировые механические фильтры должны ежедневно очищаться.

Для балансирования местных отсосов, присоединенных к общему вытяжному воздуховоду, следует использовать специальные регуляторы расхода воздуха, конструкция которых ограничивает скопление жира на его поверхностях.

Системы пожаротушения (справочно)

Если кухонные выделения содержат продукты сгорания твердого топлива или пары и/или частицы жира, то в местных отсосах (в месте присоединения к вытяжному воздуховоду) и над кухонным оборудованием следует устанавливать системы пожаротушения.

Перечень кухонного оборудования, над которым рекомендуется установка систем пожаротушения:

– фритюрница;
– сковорода;
– барбекю и открытый гриль;
– плита с духовкой;
– нерифленый гриль;
– печь для пиццы;
– гриль на угле;
– жаровня.

В качестве реагентов в системах пожаротушения могут использоваться вода, углекислый газ или специальные химикаты. Системы пожаротушения с углекислым газом используются редко из-за высокой стоимости и ограниченной способности углекислого газа охлаждать поверхности.

Система пожаротушения может быть активирована вручную или автоматически.

В момент включения системы пожаротушения кухонное оборудование должно быть обесточено и отключено от подачи газа.

Химические системы пожаротушения

Химические системы пожаротушения содержат твердый или жидкий реагент. Предпочтение следует отдавать системам с жидким реагентом, поскольку они быстрее охлаждают источник огня и легче удаляются после ликвидации возгорания.

При срабатывании системы пожаротушения химический реагент под высоким давлением разбрызгивают над источником огня через сопла, находящиеся в полости местного отсоса над кухонным оборудованием. При контакте реагента с горячей поверхностью, покрытой жиром, образуется пена, поглощающая горючие пары и препятствующая их воспламенению.

Водяные системы пожаротушения

Водяные системы пожаротушения используют при наличии в здании противопрожарной спринклерной системы. Спринклеры, рассчитанные на определенную (в соответствии с кухонным оборудованием) температуру срабатывания, монтируют над кухонным оборудованием и присоединяют непосредственно к спринклерной системе здания. Преимуществом этой системы является практически неограниченный запас воды и легкость очистки после пожара.

Спринклеры располагают таким образом, чтобы затопить очаг пожара тонкораспыленными каплями воды. Попадая на горячую поверхность, вода охлаждает её за счет испарения. Образующийся при этом водяной пар вытесняет кислород из воздуха в зоне очага пожара и способствует его тушению.

Проектирование, монтаж, наладку и испытание системы пожаротушения производят в соответствии со спецификацией производителя этого оборудования.

4.4.10 Пример расчета

Исходные данные

Помещение горячего цеха размером 6×8 м, высота – 3 м. Горячий цех предназначен для столовой, количество блюд более 650.

Расположение оборудования – островное, местный отсос установлен на высоте 2,0 м от уровня пола. Расстояние по высоте от поверхности кухонного оборудования до отсоса z = 1,1 м, подача воздуха в помещение – через воздухораспределительные плафоны в потолке.

Перечень кухонного оборудования, установленного под кухонным отсосом, приведен в таблице 4.21.

Решение

Ниже приведен подробный расчет расхода воздуха в конвективном потоке, восходящем над кухонной плитой. Результаты расчета остального кухонного оборудования сведены в таблице 4.21.

Гидравлический диаметр поверхности кухонного оборудования рассчитываем по формуле (4.31):

$$D = \frac{2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}8}{0{,}7 + 0{,}8} = 0{,}747 \text{ с.}$$

Долю конвективных тепловыделений кухонного оборудования определяем по формуле (4.30):

$$Q_k = 14{,}5 \cdot 200 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}6 = 870 \text{ Вт.}$$

Расход воздуха в конвективном потоке над кухонным оборудованием на уровне местного отсоса определяем по формуле (4.29):

$$L_{ki} = 0{,}005 \cdot 870^{\frac{1}{3}}(1{,}1 + 1{,}7 \cdot 0{,}747)^{\frac{5}{3}} \cdot 1 = 0{,}201 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Расход воздуха, удаляемого местным отсосом, определяем по формуле (4.32):

$$L_{\text{о}} = (0{,}201 \cdot 3 \cdot 0{,}056 \cdot 2 + 0{,}203 \cdot 2) \cdot \left(\frac{1{,}25}{0{,}8}\right) = 1{,}750\,\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \text{ или } 6300\,\frac{\text{м}^3}{\text{с}}.$$

Таблица 4.21 – Перечень кухонного оборудования, установленного под кухонным отсосом

Наименование	Оборудование		
	электроплита с металлическими конфорками	варочный аппарат (котел)	электрооборудование (сковорода)
Количество, шт.	3	2	2
Установочная мощность, кВт	14,5	5,0	90
Размеры (длина × ширина × высота), мм	700×800×900	350×800×900	700×800×900
Гидравлический диаметр D, м	0,747	0,487	0,747
Доля явных тепловыделений $K_{\text{я}}$, Вт/кВт	200	35	330
Конвективные тепловыделения Q_k, Вт	870	52,5	891
Расход воздуха в конвективном потоке L_{ki}, м^3/с	0,201	0,056	0,203

Кратность воздухообмена помещения горячего цеха 6300/(6×8×3) = =44 1/ч превышает 20 1/ч. Общеобменная вытяжка не требуется, следовательно, $L_{\text{в}}$= 0 м^3/ч.

Расход воздуха, поступающего из смежных помещений, принят в размере 60% от объемного расхода воздуха, удаляемого местными отсосами, и составляет $L_{\text{с}}$ = 3780 м^3/ч.

Массовый расход воздуха, подаваемого в помещение горячего цеха, определяем по формуле (4.35):

$$G_{\text{п}} = L_o\rho_o - L_c\rho_c = 6300 \cdot 1{,}165 - 3780 \cdot 1{,}185 = 2861\,\frac{\text{кг}}{\text{ч}} \text{ или } 0{,}795 \text{ кг/с},$$

где $\rho_o = 1{,}165$ кг/м^3 при $t_o = 30\ ^\circ C$;
$\rho_c = 1{,}185$ кг/м^3 при $t_c = 25\ ^\circ C$.

Если горячий цех и торговый зал непосредственно сообщаются между собой, вентиляция помещения горячего цеха и торгового зала решаются совместно.

При расчетах вентиляции температура в горячем цехе принимается на 5 °С выше наружной (параметры А [16]), но не более 27 °С; для торгового зала выше на 3 °С, но не более 25 °С.

Тепловыделения в залах следует принимать 116 Вт на одного посетителя (включая 30 Вт скрытого тепла от пищи).

Минимальное количество наружного воздуха на одного посетителя принимается 40 м^3/ч в залах для некурящих и 100 м^3/ч в залах для курящих; для помещений горячих цехов – 100 м^3/ч на одного работающего [17].

Расчет вентиляции отдельно стоящих предприятий общественного питания следует выполнять для летнего, переходного ($t_{нар}$ = 10 °С) и зимнего периодов – с целью выявления теплового баланса с учетом теплопотерь и необходимости регулирования производительности вентиляционных установок.

Температуру приточного воздуха в зимний период принимают от 16 °С до 18 °С.

В результате расчетов определяют:

– расход воздуха, удаляемого местными отсосами, который в данном примере расчета составил 6300 м^3/ч;

– массовый расход воздуха, подаваемый для компенсации удаляемого воздуха, по расчету равен 6300·1,165 = 7340 кг/ч.

Количество удаляемого местными отсосами воздуха компенсируется:

– перетоком из торгового зала в пределах до 60%; в данном примере принимаем $L_с$ = 6300·0,6 = 3780 м^3/ч или $G_с$ = 3780·1,185 = 4479 кг/ч (1,244 кг/с);

– подачей остального воздуха отдельной приточной установкой $G_{пр}$ = 7340 – 4479 = 2861 кг/ч (0,795 кг/с).

Распределение количества перетока и приточного воздуха уточняется на компенсацию явных тепловыделений в помещении горячего цеха, Вт, которые поступают от оборудования $Q_{об}$, освещения $Q_{осв}$, людей $Q_л$.

Величину $Q_{об}$ определяют аналогично $Q_к$ по явным тепловыделениям от установленной мощности оборудования (приложение 2) в размере 50% и коэффициента одновременности $K_о$ = 0,6 (приложение 3):

$$Q_{об} = (14{,}5 \cdot 200 \cdot 3 + 5 \cdot 35 \cdot 2 + 9 \cdot 330 \cdot 2) \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}6 = 4500 \text{ Вт};$$

$$Q_л(7 \text{ человек}) = 7 \cdot 100 = 700 \text{ Вт};$$

$$Q_{осв} = 48 \cdot 20 = 960 \text{ Вт}.$$

Суммарные теплопоступления в помещении горячего цеха:

$$\sum Q_{явн} = 6160 \text{ Вт}.$$

Считается, что конвективная часть тепловыделений кухонного оборудования улавливается местными отсосами, а лучистая – поступает в помеще-

ние. Вследствие отсутствия более точных данных явные тепловыделения кухонного оборудования делят на конвективные и лучистые в пропорции 1:1.

Далее рассчитываем температуру горячего цеха в летний период из расчета подачи воздуха приточной установкой с температурой $t_{\text{н}}$ = 22,6 °С. Для этого составим уравнение энергетического баланса помещения:

$$Q_{\text{явн}} = G_{\text{пр}} \cdot c_{\text{р}}\left(t_{\text{кух}} - t_{\text{н}}\right) + G_{\text{с}} \cdot c_{\text{р}}\left(t_{\text{кух}} - t_{\text{с}}\right), \tag{4.36}$$

$$t_{\text{кух}} = \frac{\frac{Q_{\text{явн}}}{c_{\text{р}}} + G_{\text{пр}} \cdot t_{\text{н}} + G_{\text{с}} \cdot c_{\text{р}}}{G_{\text{пр}} \cdot c_{\text{р}}},$$

где $G_{\text{пр}}$(– соответственно массовый расход воздуха, подаваемого отдельной приточной установкой, и переточного воздуха, кг/с;

$c_{\text{р}}$ – удельная теплоемкость воздуха, равная 1005 Дж/(кг·°С).

Отсюда

$$t_{\text{кух}} = \frac{\frac{6160}{1005} + 0{,}795 \cdot 22{,}6 + 1{,}244 \cdot 24}{0{,}795 \cdot 1{,}244} = 26{,}4\ ^{\circ}\text{С},$$

что меньше 27 °С и на 26,4 – 22,6 = 3,8 °С < 5 °С выше температуры наружного воздуха.

Расчет закончен.

При превышении температурой $t_{\text{кух}}$ допустимого значения необходимо увеличить расход воздуха, подаваемого отдельной приточной установкой, и соответственно сократить расход переточного воздуха. В случае если этого недостаточно, следует охладить воздух, подаваемый отдельной приточной установкой, для поддержания заданной температуры воздуха в помещении.

Массовый баланс воздуха:

7340 = 4479 + 2861 кг/ч.

Примечания к примеру расчета

При наличии общего зонта над линией кухонного оборудования кухонные выделения и расход воздуха через зонт следует определять отдельно по каждой единице по формуле (4.32), затем их суммировать.

При заданном объеме притока воздуха из зала в горячий цех следует проверять скорость в раздаточном проеме, которая должна быть около 0,2–0,3 м/с.

При выборе расчетной температуры воздуха в летний период $t_{\text{н}}$ следует принимать во внимание, что в условиях плотной городской застройки температура воздуха у воздухозабора приточной вентиляционной установки может быть на 5–10 °С выше $t_{\text{н}}$.

4.5 Расчет систем кондиционирования воздуха

4.5.1 Исходные данные для разработки систем кондиционирования

Расчетные внутренние параметры в кондиционируемых помещениях

Выбор параметров воздуха, которые должны поддерживаться системами кондиционирования, зависит от многих факторов, как, например, климатических условий местности, характера производственной деятельности людей, продолжительности их пребывания в помещениях (акклиматизации) и др.

Кроме фактора акклиматизации, на выбор внутренних параметров воздуха в помещениях существенное влияние оказывает выполнение людьми физической работы. В помещениях, где люди выполняют физическую работу, требуется более низкая температура воздуха, чем в помещениях, в которых люди находятся в спокойном состоянии.

Таблица 4.22 – Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Показатель	Категория работ					
	Легкая (I категория)		Средней тяжести (II категория)		Тяжелая (III категория)	
	в холодный период года	в теплый период	в холодный период года	в теплый период	в холодный период года	в теплый период года
Температура воздуха, °С: оптимальная	21–24	22–25	17–21	19–21	16–18	18–20
допустимая не более	19–25	–	15–23	–	13–19	–
Относительная влажность воздуха, %: оптимальная	40–60	40–60	40–60	40–60	40–60	40–60
допустимая не более	75	–	75	–	75	–
Скорость движения воздуха, м/с: оптимальная	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
допустимая не более	0,1–0,2	0,2	0,3-0,4	0,4-0,5	0,4	0,5

Для холодного и теплого периода года внутреннюю температуру в помещениях следует принимать по строительным нормам и правилам, с учетом особенностей каждого помещения. Относительная влажность принимается в пределах 40–60%.

Метеорологические условия в некоторых общественных помещениях должны удовлетворять не только требованиям комфорта, но и специальным условиям. Так, например, в библиотеках и книгохранилищах, учитывая условия хранения книг, принимается температура воздуха зимой 18 °С и летом 28 °С, а относительная влажность 40–60%. Для читальных залов рекомендуется температура зимой 18 °С и летом 24 °С, а влажность воздуха – 4%. Для зрительных залов театров можно принимать: зимой температуру 20 °С, а летом 24 °С и влажность воздуха 50–55%.

Метеорологические условия в рабочей зоне помещений, оборудованных установками кондиционирования воздуха, приведены в таблице 4.22.

Приведенные рекомендации параметров воздуха в производственных помещениях не являются исчерпывающими для всех отраслей промышленности, и при проектировании всегда следует обращаться к ведомственным нормативам.

При выборе параметров воздуха в помещении необходимо иметь в виду, что стоимость устройства и эксплуатации систем кондиционирования воздуха неоправданно увеличится, если выбранные значения температуры и влажности будут завышены для холодного периода или занижены для теплого периода года.

Расчетные параметры наружного воздуха

Выбор системы кондиционирования воздуха и её функционирование во многом зависит от внешней среды. Такие факторы, как температура, влажность (либо энтальпия) воздуха, интенсивность солнечной радиации, скорость и направление ветра, количество выпадающих осадков (дождя, снега, тумана и т.п.), наряду с факторами внутренней среды зданий и сооружений, влияют на тепловлажностный баланс помещений. От них существенно зависят поступления или потери тепла и влаги через ограждающие конструкции. Кроме того, от них, в первую очередь от температуры и влажности, зависит сам процесс кондиционирования, выбор способов обработки приточного воздуха, установочная мощность СКВ и её энергопотребление, выбор систем управления и автоматического регулирования СКВ.

Расчетные внешние метеорологические условия для зимнего и летнего времени года выбираем согласно СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

Таблица 4.23 – Климатологические данные отопительного периода

Характерные пункты	Расчетное барометриченское давление, кПа	Расчетные температуры, °С			Продолжительность отопительного периода, суток	Относительная влажность зимой φ, %	Скорость ветра зимняя и летняя v, м/с
		наружного воздуха	наиболее холодных суток	средняя за отопительный период			
Астрахань	22,8	-22	-26	-1,6	172	83	4,8/3,6
Волгоград	24,2	-22	-29	-3,4	182	85	7,0/3,7
Краснодар	23,2	-19	-23	1,5	152	84	3,6/2,7
Москва	19,3	-25	-32	-3,2	205	83	4,9/3,4
Нальчик	21,8	-17	-21	-0,4	170	86	2,5/0
Петрозаводск	16,6	-29	-33	-2,9	237	86	5,9/3,2
Пермь	18,1	-34	-38	-6,4	226	80	5,0/3,1
Ростов-на-Дону	22,9	-22	-27	-0,6	175	83	6,5/3,6
Саратов	22,1	-25	-34	-5,0	198	84	6,0/3,7
Ставрополь	21,9	-18	-23	0,7	169	81	7,4/0

Таблица 4.24 – Расчетные параметры наружного воздуха для теплого периода года

Город	Барометрическое давление, мм рт.ст.	Параметры А		Параметры Б	
		температура воздуха, °С	энтальпия, кДж/кг	температура воздуха, °С	энтальпия, кДж/кг
Волгоград	745	28,6	55,3	33	57,8
Краснодар	730	28,6	59,5	30,8	63,6
Москва	745	22,3	49,4	28,5	54
Новосибирск	745	22,7	50,2	28,4	54,8
Ростов-на-Дону	745	28,6	57,2	31	61,4
Уфа	745	23,4	50,7	28	54,4
Хабаровск	745	24,1	60,7	28,4	65

На холодный период года в качестве расчетных следует принимать параметры «Б» наружного воздуха (таблица 4.23). На теплый период года в качестве расчетных, следует принимать следующие параметры наружного воздуха (таблица 4.24):

– для СКВ первого класса – параметры «Б»;

– для СКВ второго класса – параметры «Б», сниженные на 2 ºС;

– для СКВ третьего класса – параметры «А».

На основе исходных данных проводятся расчеты тепло- и влаговыделений в помещении. На основании тепловлажностного баланса производим расчет воздухообмена.

4.5.2 Расчет теплового баланса помещения

Избыточная теплота солнечного излучения немедленно поглощается средой помещения и, если речь идет о магазинах с большими застекленными витринами, зрелищных помещениях и пр., значительно увеличивает тепловую нагрузку. Действительно, в зависимости от типа стекла почти до 90% тепла солнечного излучения передается в помещение, а остальная часть отражается. В большинстве случаев тепловая нагрузка от солнечного излучения в общественных и административных зданиях может составлять до 50% в общем балансе теплопоступления. Обычно максимальная тепловая нагрузка достигается при максимальном уровне излучения. Солнечное излучение состоит из двух компонентов: прямой составляющей и рассеянной. Интенсивность солнечного излучения зависит от широты местности и варьируется в зависимости от времени года и времени суток.

Поступление тепла от солнечной радиации зависит от рода и структуры материала наружных ограждений, состояния и цвета их поверхности, угла, под которым солнечные лучи падают на поверхность, ориентации поверхности по странам света и др.

Наибольшее поступление тепла от солнечной радиации происходит через остекленные наружные поверхности: окна, фонари.

Расчетные количества тепла, поступающего от солнечной радиации (Вт/м^2-ч) через остекленные поверхности, приведены в таблице 4.25.

Поступления тепла от солнечной радиации через остекленные поверхности, отличные от приведенных в таблице 4.25 необходимо умножать на соответствующие коэффициенты, приведенные в таблице 4.26.

Поступление тепла от солнечной радиации учитывается для летнего и переходного периодов, начиная от наружных температур + 10 °С и выше.

Таблица 4.25 – Количество тепла, поступающего от солнечной радиации

Характеристика остекленной поверхности	Стороны света и широты, град											
	юг			юго-восток и юго-запад			восток и запад			северо-восток и северо-запад		
	35	50	65	35	50	65	35	50	65	35	50	65
Окна с двойным остеклением (две рамы) с деревянными переплетами	128	145	169	99	140	167	145	157	169	76	76	70
То же, с металлическими переплетами	163	186	209	128	175	209	186	198	209	93	93	93
Фонарь с двойным остеклением с металлическими переплетами (прямоугольный и типа шеда)	151	186	198	128	175	198	186	198	209	99	99	93
То же, с деревянными переплетами	140	167	175	106	157	175	167	180	186	87	87	81

Примечания: 1. Теплопоступления от радиации через остекленные поверхности, ориентированные на север, не учитываются.
2. Для А-образных фонарей расчетная поверхность принимается по горизонтальной проекции, т.е. в плане.

Таблица 4.26 – Поправочные коэффициенты для определения теплопоступлений через остекленные поверхности

Тип остекления	Поправочный коэффициент
Для окон с двойным остеклением в одной раме	1,15
Для окон с одинарным остеклением	1,45
Для фонарей с одинарным остеклением	1,25
Для обычного загрязненного стекла	0,80
Для сильно загрязненных поверхностей в литейных, кузницах и т.д.	0,70
Для забеленных остекленных поверхностей	0,60
Для поверхностей, остекленных обычным матовым стеклом	0,40
Для окон с устройством козырьков	0,25

За расчетное количество тепла, поступающего от солнечной радиации, для данного помещения принимается большее из двух следующих значений:

а) количество тепла, поступающего через остекленную поверхность одной из стен, расположенной наиболее выгодно в отношении поступления тепла от радиации или имеющей наибольшую световую поверхность, включая и тепло, поступающее через облучаемые поверхности фонарей и покрытия;

б) 70% количества тепла, поступающего через остекленные поверхности двух взаимно перпендикулярных стен помещения, включая и тепло, поступающее через облучаемые поверхности фонарей и покрытия.

Для уменьшения теплопоступлений от солнечной радиации рекомендуется по возможности ориентировать помещения световыми проемами на север, устраивать минимальное количество световых проемов, избегать устройства фонарей, применять защитные противоинсоляционные приспособления: двойное остекление, забелку остекления, устройство штор, маркиз, козырьков, жалюзи. В результате применения указанных защитных приспособлений теплопоступления от солнечной радиации могут быть уменьшены до 60%, а мощность холодильной установки – на 10–15%.

Снижение теплопоступления от солнечной радиации при применении защитных противоинсоляционных приспособлений принимается:

При шторах между оконными переплетами……50%

То же, при внутренних шторах на окнах…….40%

При устройстве жалюзи…….50%

Инфильтрация, или проникновение наружного воздуха под действием ветра и разности температур через неплотности наружных ограждающих конструкций, является фактором, которым нельзя пренебрегать. Особенно ее надо учитывать для окон и дверей, расположенных с подветренной стороны.

Инфильтрация воздуха для незащищенных фонарей учитывается только с одной стороны фонаря. Массовое количество воздуха, инфильтрующегося через щели, определяется по формуле

$$M = \Sigma(a \cdot m \cdot l),$$

где a – коэффициент, зависящий от характера щелей, принимается по приведенным ниже данным (таблица 4.27);

m – удельное количество воздуха, проникающего через 1 пог. м длины в зависимости от скорости ветра кг/(г · пог.м), определяется по СНиП (таблица 4.28);

l – длина щели, м.

Таблица 4.27 – Значение коэффициента *a*

Значение коэффициента *a*	
Фрамуги окон и дверей: с одинарными деревянными переплетами	1,0
с двойными	0,5
с одинарными металлическими переплетами	0,65
с двойными	0,33
Двери и ворота	2,0

Расход тепла (Вт) на подогрев воздуха, поступающего за счет инфильтрации:

$$Q_{инф} = \frac{M \cdot c_в \cdot (t_в - t_н)}{3600},$$

где $c_в$ – теплоемкость воздуха, $c_в = 1000$ Дж/кг·ºС;

$t_в$ – температура воздуха внутри помещения, °С;

$t_н$ – температура наружного воздуха, °С.

Приведенные данные следует использовать для учета инфильтрации в зимнее время в кондиционируемых помещениях, имеющих оконные и другие притворы, к которым могут быть применены приведенные значения *a*, *m* и *1*. В других случаях можно использовать с достаточной степенью точности введение добавок на теплопотери, оценивая их в размере от 10 до 20% в зависимости от характера и ориентировки наружных ограждений. Необходимо учитывать, что проникающий за счет инфильтрации зимний воздух несет отрицательную тепловую нагрузку. В этих случаях воздух будет охлаждать помещение. В летний период помещения с наружными окнами могут быть более подвержены действию инфильтрации, если на лето оставить одинарные рамы. Наружный воздух в летний период, имеющий большее теплосодержание, чем в помещении, является дополнительной нагрузкой на охлаждающее оборудование. Кроме того, с воздухом в помещение будет поступать и дополнительная влага. При тех же плотностях ограждений летом влияние инфильтрации меньше, чем зимой, так как летом обычно меньшие, чем зимой, скорости воздуха и меньшие разности температур.

В таблице 4.28 приведены данные, позволяющие определять приток наружного воздуха в результате естественной инфильтрации.

Для двойных створчатых окон к указанным значениям вводится коэффициент 0,5, а для дверей – 2,0. В расчетах принимаются только окна, двери и фонари, выходящие на наветренные стороны помещения.

Для помещений, которые оборудуются системой кондиционирования воздуха, необходимо все ограждения выполнять с максимальной герметич-

ностью. Если притворы окон и фонарей имеют специальные уплотнения (плотная замазка, резиновые прокладки и т.п.), то инфильтрация воздуха не учитывается.

Таблица 4.28 – Инфильтрация воздуха через двери и окна в кг/ч на линейный метр периметра

Тип двери	Скорость ветра, м/с				
	2	4	6	9	11
Стеклянные двери:					
щели до 3 мм	18	35,5	54,5	72,5	89,0
щели до 5 мм	26,5	55,5	78,0	111,5	134,0
Металлические двери					
с уплотнением	2,5	3,3	5,3	7,2	9,5
без уплотнения	5,0	6,7	10,0	14,5	18,4

Теплопотери через все наружные ограждения определяются по формуле

$$P_{ОГР} = \sum \kappa_i \cdot F \cdot (t_B - t_H) \cdot n,$$

где κ_i – коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м^2·°С);

F – поверхность ограждения, м^2;

$t_в, t_н$ – расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха, °С;

n – поправочный коэффициент (для наружных стен и полов на грунте $n=1$; для чердачных перекрытий с различными видами кровли $n=0,75–0,9$; для ограждений, отделяющих отапливаемые помещения от неотапливаемых $n=0,4–0,7$).

Коэффициент теплопередачи m-слойного ограждения определится как

$$\kappa_i = \frac{1}{\alpha_{ВН}} + \sum_{i=1}^{m} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{НАР}},$$

где $\alpha_{ВН}$, $\alpha_{НАР}$ – коэффициенты теплопередачи внутренней и наружной поверхностей ограждения. Принимается $\alpha_{ВН}=8,7$ Вт/(м^2·ºС) и $\alpha_{НАР}=23$ Вт/(м^2·ºС);

$\frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – термическое сопротивление теплопроводности отдельных слоев ограждения толщиной δ_i м, выполненных из материалов с коэффициентом теплопроводности λ_i Вт/м· ºС.

Можно принять, что коэффициенты теплопередачи равны (Вт/(м^2·ºС):

– для перекрытий: утепленных – 0,58; неутепленных – 1,16;

– окон: двойных – 2,7; одинарных – 5,8;

– дверей: двойных – 2,9; одинарных – 8,1.

Полы считаются неутепленными, если они состоят из слоев материалов с теплопроводностью $\lambda \geq 1,16$ Вт/(м·ºС).

Потери тепла через неутепленные полы определяют по ширине 2 м, которые параллельны наружным стенам зонам (площади зон F_1, F_2, F_3, F_4). Сопротивление теплопередачи для первой зоны R_1, расположенной непосредственно у стены, составляет 2,15; для второй $R_2=4,3$; для третьей $R_3=8,6$; для остальной площади пола $R_4=14,2$ м^2·ºС /Вт.

Теплопотери через неутепленные полы определяют по формуле

$$R_{Н.П.} = \left(\frac{F_1}{R_1} + \frac{F_2}{R_2} + \frac{F_3}{R_3} + \frac{F_4}{R_4} \right) \cdot (t_В - t_Н).$$

Сопротивление теплопередаче утепленных полов

$$R_{У.П.} = R_{Н.П.} + \frac{\delta_{У.С.}}{\lambda_{У.С.}},$$

где $\frac{\delta_{У.С.}}{\lambda_{У.С.}}$ – термическое сопротивление теплопроводности утепляющего слоя ограждения толщиной $\delta_{У.С.}$ м, выполненного из материалов с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{У.С.}$ Вт/м·ºС.

Для расчетов можно воспользоваться данными таблицы 4.29 для определения коэффициента теплопроводности λ некоторых строительных материалов.

Потери на инфильтрацию и через ограждения учитываются только для наружных ограждений и внутренних ограждений при разности температур смежных помещений более 5 ºС.

Таблица 4.29 – Коэффициент теплопроводности некоторых строительных материалов

Материалы	λ, Вт/м·ºС
Железобетон	1,63
Бетон на гравии или щебне из природного камня	1,45
Бетон на кирпичном щебне	1,05
Глиняный кирпич	0,81
Силикатный кирпич	0,87
Штукатурка из цементно-песчаного раствора	0,93
Штукатурка из известково-песчаного раствора	0,64
Асфальт	0,76
Асфальтобетон	1,05
Дерево (сосна, ель)	0,17
Дерево (дуб)	0,23
Стекло оконное	0,76
Асбоцементные листы	0,35
Рубероид	0,17
Вата минеральная	0,07
Керамзитобетон	0,35
Фибролит	0,073–0,128
Опилки древесные	0,09

Количество теплоты, выделяемое людьми (учитывается, если на одного работающего приходится площадь менее 2 м) (Вт):

$$P_{Л} = n \cdot g_{я},$$

где n – численность работающих в помещении;

$g_{я}$ – теплота, выделяемая одним человеком (таблица 4.30).

Таблица 4.30 – Тепловыделения от людей, Вт

Нагрузка	Температура воздуха в помещении, °С				
	15	20	25	30	35
Состояние покоя	116	87	58	40	16
Легкая работа	122	99	64	40	8
Работа средней тяжести	133	104	70	40	8
Тяжелая работа	162	128	93	52	16

В настоящее время в основном используются два типа осветительных приборов: лампы накаливания и люминесцентные лампы.

Теплопоступления от ламп определяются по формуле

$$Q_{осв} = \eta \cdot N_{осв},$$

где η – коэффициент перехода электрической энергии в тепловую. Для ламп накаливания $\eta = 0{,}92–0{,}97$;

$N_{осв}$ – установочная мощность ламп.

Световая нагрузка должна быть задана. Если она неизвестна, то для предварительных расчетов для хорошо освещенных помещений можно принимать $N_{осв} = 50–100$ Вт/м^2.

При использовании люминесцентных ламп принимают $\eta = 0{,}5–0{,}6$.

Теплопоступления от электродвигателей технологического оборудования (Вт)

$$P_{Э} = N \cdot \varphi,$$

где N – номинальная мощность электрооборудования, Вт;

φ – коэффициент преобразования электроэнергии в тепловую, $\varphi = 0{,}4$.

При суммарном определении теплового баланса теплопоступления и теплопотери учитываются с противоположными знаками.

4.5.3 Упрощенная экспресс-методика расчета теплопритоков

Данная экспресс-методика в основном используется для разработки СКВ на базе несложного (в проектном отношении) климатического оборудования, такого как: кондиционеры сплит-систем, а также кондиционеры оконного типа и моноблочного исполнения.

Для подбора необходимого по холодопроизводительности кондиционера надо рассчитать тепло, поступающее в помещение от солнечной радиации, освещения, людей, оргтехники и т.д.

Основные теплопритоки в помещение складываются из следующих составляющих:

1) теплопритоки, возникающие за счет разности температур внутри помещения и наружного воздуха, а также солнечной радиации $Q_р$, рассчитываются по формуле

$$Q_1 = V \cdot q_{уд},$$

где V – объем помещения,

$$V = S \cdot h;$$

S – площадь помещения;

h – высота помещения;

$q_{уд}$ – удельная тепловая нагрузка, принимается: 30–35 Вт/м^3 – если нет солнца в помещении; 35 Вт/м^3 – среднее значение; 35–40 Вт/м^3 – если большое остекление с солнечной стороны;

2) теплопритоки, возникающие за счет находящейся в нем оргтехники Q_2.

В среднем берется 300 Вт на 1 компьютер в полной комплектации (или 30% от мощности оборудования);

3) теплопритоки, возникающие от людей, находящихся в помещении Q_3.

Обычно для расчетов принимается:

1 человек – 100 Вт (для офисных помещений);

100–300 Вт (для ресторанов, помещений, где люди занимаются физическим трудом),

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3.$$

К подсчитанным теплопритокам можно прибавить 20% на неучтенные теплопритоки.

В случае использования в помещении дополнительного тепловыделяющего оборудования (электроплит, производственного оборудования и т.п.) соответствующая тепловая нагрузка должна быть также учтена в данном расчете.

4.5.4 Расчет тепловлажностного баланса помещения

Второй составляющей микроклимата, существенно влияющей на метеорологические условия в помещении, является влажность.

Источниками влаговыделений в жилых и офисных зданиях являются люди, находящиеся в помещении. Возможными источниками влаговыделений в производственном помещении, кроме людей, могут быть:

– открытые водные поверхности, испаряющие влагу;

– влажные материалы, высыхающие в помещении;

– химические реакции, при которых выделяется влага, например, процессы горения;

– утечки пара через неплотности производственного оборудования и коммуникаций;

– смоченные поверхности оборудования и полов.

Следует отметить, что некоторое количество влаги может поступать в жилые, офисные и производственные помещения с инфильтрационным (наружным) воздухом.

Рассмотрим более подробно основные виды поступлений влаги в помещения.

Приток влаги от людей зависит не только от интенсивности мускульной работы, но и температуры воздуха, его подвижности, а также температуры окружающих поверхностей.

Средние значения выделения влаги человеком, в зависимости от интенсивности мускульной работы и температуры воздуха $t_в$ при средней его влажности, приведены в таблице 4.31.

Таблица 4.31 – Влаговыделение от людей

Характер работы	Влаговыделение *W*, кг/ч, при температуре воздуха, °С				
	15	20	25	30	35
Состояние покоя	0,35	0,4	0,62	0,94	0,15
Легкая физическая работа	0,82	0,125	0,175	0,23	0,3
Работа средней тяжести	0,13	0,18	0,24	0,3	0,35
Тяжелая физическая работа	0,24	0,31	0,365	0,4	0,43

Общее количество влаги, поступающей в помещение от людей (кг/ч), определяется по формуле

$$W=d\cdot n \text{ (кг/ч)},$$

где d – количество влаги, выделяемой одним человеком, кг/ч;

n – количество людей, находящихся в помещении.

Количество влаги, испаряющейся в помещении с открыто расположенной поверхности некипящей воды (кг/ч), может быть определено по формуле

$$W_{от} = F \cdot (a + 0{,}0174 \cdot v) \cdot (P_1 - P_2) \cdot \frac{760}{P_{бар}} \ .$$

где a – фактор скорости движения (подвижности) окружающего воздуха; значение фактора «*a*» для диапазона изменения температур воздуха в помещении от 15 до 30 °С, в зависимости от температуры испаряющейся воды, принимают в следующих пределах таблицы 4.32.

v – относительная скорость движения воздуха над поверхностью испарения, м/с;

P_1 – упругость водяного пара, соответствующая полному насыщению воздуха при его температуре, равной температуре поверхности воды, мм рт.ст. (если испарение происходит без подведения тепла к воде, значение P_1 определяется температурой окружающего воздуха по мокрому термометру);

P_2 – упругость водяного пара в воздухе помещения, мм рт.ст.;

760 – нормальное барометрическое давление, мм рт.ст.;

$P_{бар}$ – расчетное барометрическое давление для данного географического пункта, мм рт.ст.;

F – площадь поверхности испарения, м^2.

Таблица 4.32 – Таблица для определения фактора скорости

Температура, °С	До 30	40	50	60	70	80	90	100
Фактор скорости «а»	0,022	0,028	0,033	0,037	0,041	0,046	0,051	0,057

Влаговыделения от влажных материалов и полуфабрикатов в процессе их сушки определяются весовым методом (опытным путем), т.е. путем взвешивания их до и после усушки.

Влаговыделения от химических реакций, например, процессов горения, зависят от вида используемого топлива и составляют:

при сгорании:

1 кг ацетилена	0,7 кг влаги;
1 кг бензина	1,4 кг влаги;
1 кг водорода	9,0 кг влаги;
1 кг природного газа	1,3 кг влаги.

Прорыв пара через неплотности производственного оборудования и коммуникаций при правильной их эксплуатации сводится к минимуму, которым можно пренебречь. Но в некоторых проектных случаях, при составлении влажностного баланса, прорыв пара через неплотности соединений оценивается в 2% от количества протекающего пара в данном оборудовании.

Влаговыделения со смоченной поверхности оборудования и пола (кг/ч) определяют по приближенной формуле

$$W_n = 0{,}006 \cdot F_1 \cdot (t_c - t_м),$$

где F_1 – площадь мокрой поверхности пола;

t_c и $t_м$ – температура воздуха в помещении соответственно по сухому и мокрому термометру, ºС.

Инфильтрационный воздух может содержать как большее количество влаги, так и меньшее, чем внутренний воздух в помещении. Поэтому увеличение или уменьшение влаги воздуха в помещении от инфильтрации (кг/ч) определяется по следующим формулам:

– при влагосодержании наружного воздуха, большем внутреннего:

$$W_{инф} = G \cdot (d_н - d_в),$$

где G – количество инфильтрующегося воздуха, кг/ч;

d_H и d_B – влагосодержание соответственно, наружного и внутреннего воздуха, кг/кг;

– при влагосодержании наружного воздуха, меньшем внутреннего:

$$W = G\cdot(d_в - d_н).$$

В том случае, когда в кондиционируемом помещении создается подпор, инфильтрация и приток с ней влаги и тепла не учитываются.

Кроме влаговыделений, в помещении могут быть и влагопоглощения, как например: поглощение влаги гигроскопическими материалами, которое определяется опытным путем.

Расчетное количество влаги, на которое рассчитывается воздухообмен, определяется как разность между влаговыделениями от всех источников и влагопоглощениями, если таковые имеются в помещении. Следовательно, баланс влаги в помещении выразится формулой

$$W_{вл} = \Sigma W_{выд} - \Sigma W_{пог}.$$

4.5.5 Расчет воздухообмена

Количество воздуха, необходимое для подачи в помещение, исходя из влажностного баланса, определяется по следующей формуле:

$$G = \frac{W_{вл}}{d_п - d_{пр}},$$

где $W_{вл}$ – суммарное количество влаги, выделяющейся в помещение, кг/ч;

$d_п$, $d_{пр}$ – влагосодержание воздуха соответственно в помещении и на притоке, г/кг сух.в.

Количество воздуха, необходимого для подачи в помещение, исходя из теплового баланса, определяется по формуле

$$G = \frac{Q_{изб}}{c\cdot(t_п - t_{пр})},$$

где $Q_{изб}$ – количество явного тепла (избыточного), передаваемого в помещение различными источниками, кДж/ч;

c – теплоемкость воздуха, кДж/(кг · °С);

$t_п$, $t_{пр}$ – температура воздуха в помещении и приточном воздухе, °С.

$t_п – t_{пр} = \Delta t$ – перепад температур для летнего периода – перепад между температурой воздуха в помещении и температурой подаваемого воздуха, а для зимнего периода – наоборот.

Перепад температур Δt выбирается в зависимости от назначения помещения, его высоты, способа подачи и распределения воздуха. Если в помещение подается воздух с температурой ниже температуры воздуха в помещении, то при большой разности температур Δt ощущается холодное дутье из вентиляционных приточных отверстий. Поэтому практикой кондициониро-

вания воздуха ограничивается разность температур Δt для общественных зданий: если приточные отверстия располагаются на высоте до 3 м от пола, то Δt = 2 °С, если выше 3 м, то разность температур увеличивается из расчета 1 – 1,5° на каждый метр высоты расположения отверстий выше 3 м.

Для производственных помещений при подаче воздуха в рабочую зону Δt принимается в пределах 3 °С, а при подаче воздуха под потолком помещения высотой свыше 4 м перепад температур Δt может быть соответственно увеличен.

В холодный период года, когда система кондиционирования воздуха выполняет функции воздушного отопления, перепад температур Δt должен быть для производственных помещений: при подаче воздуха на высоте более 3,5 м от пола максимальный перепад температур подаваемого воздуха должен быть не более 45 °С; при подаче воздуха на высоте менее 3,5 м – 30 °С. При этом в помещении должна быть обеспечена минимальная кратность воздухообмена.

Полученный таким образом воздухообмен для ассимиляции (локализации) теплоизбытков необходимо сравнить с воздухообменами для ассимиляции других выделяющихся в помещении вредностей: влаги и пыли; и если для их локализации он окажется недостаточным, то в окончательный расчет должен приниматься тот из воздухообменов, который оказался наибольшим.

При условии одновременного выделения влаги и тепла, представленные выражения могут быть приравнены друг к другу:

$$G = \frac{Q_{изб}}{c \cdot (t_n - t_{пр})} = \frac{W_{вл}}{d_n - d_{пр}}.$$

Это уравнение является основным в системе расчетов кондиционирования воздуха.

Величины $W_{вл}$ и $Q_{изб}$ должны рассматриваться как переменные величины, изменяющиеся непрерывно и независимо друг от друга. Задача кондиционирования воздуха состоит в том, чтобы при всех практически вероятных изменениях этих двух величин сохранять неизменными величины d_n и t_n.

Согласно представленному уравнению эта задача может быть решена, если в процессе непрерывного изменения величин W и Q системой кондиционирования воздуха непрерывно изменять величины d и t. При этом предполагается, что количество вводимого в помещение воздуха L кг/ч остается величиной постоянной.

Частичная или полная смена воздуха в помещении называется воздухообменом. Если воздухообмен в течение часа выражен через объем помещения, то такое отвлеченное число называется кратностью воздухообмена.

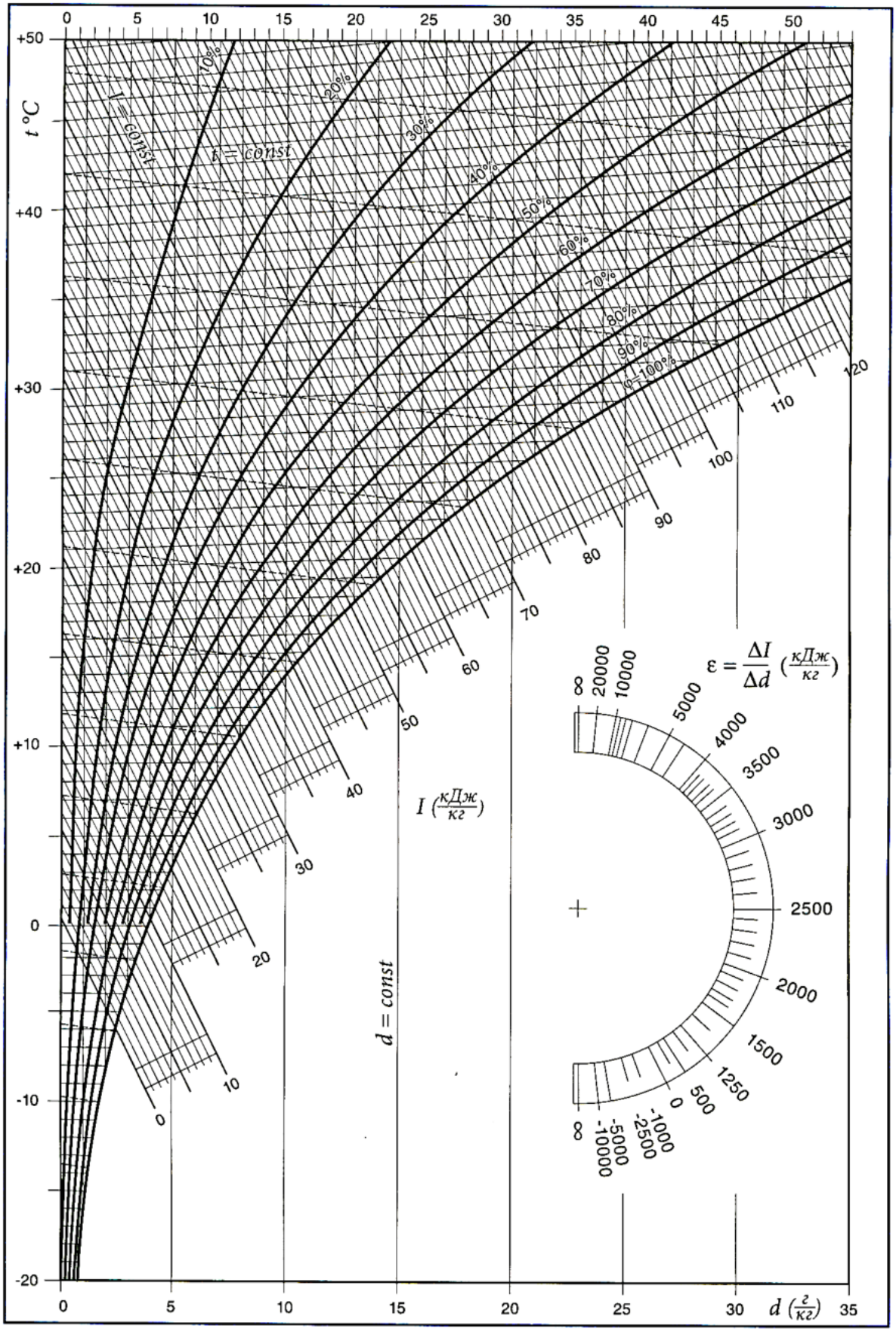


Рисунок 4.7 – *I-d*-диаграмма

Количество наружного воздуха, обрабатываемого и вводимого системой кондиционирования в помещение, оказывает большое влияние на расход тепла и холода. Поэтому в целях экономии энергии там, где это возможно, необходимо стремиться к уменьшению количества обрабатываемого наружного воздуха. Минимальное количество наружного воздуха должно быть не менее требуемого по санитарным нормам подачи на 1 чел., не менее необходимого для компенсации удаляемого воздуха местными отсосами и не менее количества, обеспечивающего поддержание в помещениях избыточного давления.

Простым и удобным способом расчета изменения состояния атмосферного воздуха является *I-d*-диаграмма (рисунок 4.7).

В координатах *I-d* наносят зависимости основных параметров влажного воздуха: температуры, влагосодержания, относительной влажности, энтальпии при заданном барометрическом давлении. По оси ординат откладывают энтальпию на 1 кг сухого воздуха (ккал/кг), а по оси абсцисс – влагосодержание воздуха (в г на 1 кг сухого воздуха).

Линии постоянной энтальпии (*I=const*) проходят под углом 150° к ординатам, а линии постоянного влагосодержания (*d=const*) располагают параллельно оси ординат.

На полученной таким образом сетке строят линии изотерм *t=const* и линии постоянных относительных влажностей *φ=const*.

Каждая точка на поле диаграммы соответствует определенному состоянию воздуха. Положение точки определяется любыми двумя из четырех (*I, d, t, φ*) параметрами состояния.

Процессы перехода воздуха из одного состояния в другое на поле *I-d*-диаграммы изображаются прямыми линиями (лучами), проходящими через точки, соответствующие начальному и конечному состоянию влажного воздуха.

Уравнение перехода представляет собой уравнение пучка прямых, положение которых на *I-d*-диаграмме определяется точкой начального состояния воздуха 1 (I_1, d_1) и величиной тепловлажностного коэффициента ε, представляющего собой отношение изменения энтальпии воздуха к изменению его влагосодержания:

$$\varepsilon = \frac{I_2 - I_1}{d_2 - d_1} \cdot 1000,$$

где ε – тепловлажностный (или угловой) коэффициент линии процесса (иначе называемой «лучом процесса»), характеризующий изменение состояния воздуха, кДж/кг.

Конкретные значения ε в диапазоне от 10000 до -5000 приведены на поле диаграммы *I-d*.

Характер изменения состояния воздуха определяется величиной (или направлением) тепловлажностного коэффициента ε (кДж):

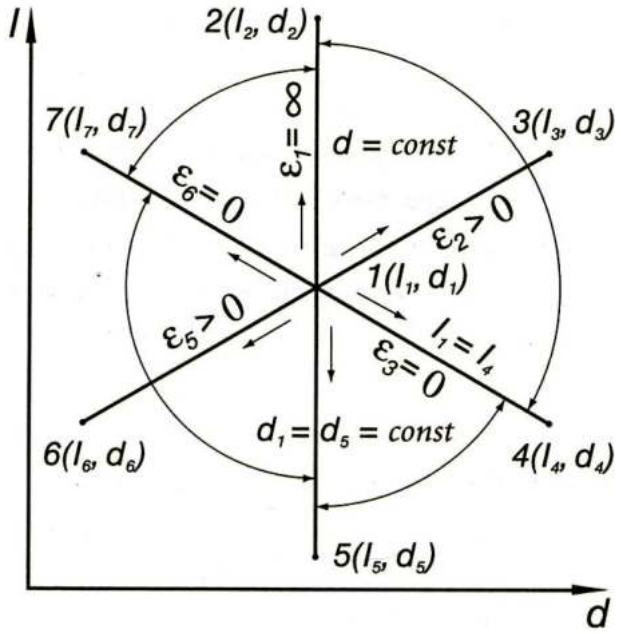
$$\varepsilon = \frac{Q}{W_{вл}} \cdot 4{,}187.$$

Здесь Q подставляется в ккал/ч и W в кг/ч.

Соотношения между единицами измерения следующие:

1 Дж = *0,239* · 10^{-3} ккал; *1* ккал = *4187* Дж; *1* Вт = *0,86* ккал/ч; 1 ккал/ч = *1,163* Вт.

Рассмотрим характерные случаи изменения состояния влажного воздуха и их схематичное изображение на *I-d*-диаграмме, представленной на рисунке 4.8.



1–2 – нагревание без подвода и отвода влаги;
1–3 – нагревание с одновременным увлажнением;
1–4 – увлажнение без подвода и отвода теплоты; 1–5 – охлаждение без подвода и отвода влаги; 1–6 – охлаждение с одновременным осушением; 1–7 – осушение без подвода и отвода теплоты

Рисунок 4.8 – Процессы изменения состояния воздуха на *I-d*-диаграмме

1. Влажный воздух, имеющий начальные параметры I_1, d_1 подвергается нагреванию при неизменном влагосодержании, т.е. $d_1=d_2=$ *const.*

Нагревание при постоянном влагосодержании осуществляется, например, в воздухоподогревателях. При нагревании воздуха повышается его температура, энтальпия, понижается относительная влажность. Луч процесса изображается вертикальной прямой, параллельной линии d =*const,* и направлен снизу вверх. Точка 1 соответствует начальному состоянию воздуха, точка 2 – конечному.

Величина тепловлажностного (углового) коэффициента $\varepsilon = \infty$ при условии $I_2 > I_1$.

2. Влажный воздух поглощает одновременно тепло и влагу (т.е. нагревается и увлажняется).

Если начальное состояние воздуха определяется теми же параметрами I_1, d_1 (точка 1), а конечное состояние будет определяться параметрами I_3 и d_3, то при $I_3 > I_1$ и $d_3 > d_1$ направление луча процесса будет соответствовать направлению луча процесса 1–3.

Такое изменение параметров влажного воздуха обычно происходит в обслуживаемых помещениях. В этом случае воздух, обработанный в кондиционере с параметрами I_1, d_1 поступает в помещение, где в результате ассимиляции теплоты и влаги приобретает параметры I_3, d_3.

3. Влажный воздух поглощает влагу ($d_4 > d_1$) при неизменной энтальпии ($I_4 = I_1$). Так, если процесс происходит при постоянной энтальпии, то луч, характеризующий это изменение состояния, должен быть параллелен линии $I = const$. Величина углового коэффициента искомого луча $\varepsilon = 0$.

Данное выражение показывает, что процесс протекает по линии $I_1 = I_4 = const$ (прямая 1–4).

Такие процессы называют адиабатными, т.е. протекающими при постоянной энтальпии воздуха.

Адиабатное увлажнение, т.е. повышение влагосодержания воздуха при постоянной энтальпии, широко применяется в системах кондиционирования, в частности, в оросительной камере, где с помощью форсунок производится распыление воды.

Энтальпия воздуха остается постоянной, поскольку притока теплоты со стороны практически нет, $I_1 – I_4 = const$. Процесс изображен на I-d-диаграмме. Точка 1 показывает начальное состояние воздуха. Изменение состояния происходит по линии $I = const$. Практически в камерах орошения воздух удается увлажнить до значения $I = 90–95\%$. Этому состоянию соответствует точка 4.

4. Влажный воздух отдает теплоту ($I_5 < I_1$) при неизменном влагосодержании ($d_1 = d_5 = const$), т.е. процесс, как и в первом случае, будет характеризоваться лучом, параллельным линии $d = const$, но направление его будет от точки 1 не вверх, а вниз. Значение тепловлажностного коэффициента $\varepsilon = –\infty$. Охлаждение воздуха при $d = const$, как и нагревание, может быть осуществлено в поверхностных теплообменниках. Луч процесса охлаждения направлен из точки 1 вертикально вниз к точке 5. При охлаждении луч может быть вертикально продолжен до точки росы 5, расположенной на линии $\varphi = 100\%$. Дальнейшее охлаждение будет идти по линии насыщения и сопровождаться конденсацией водяных паров и осушкой воздуха. Охлаждение влажного воздуха при $d = const$ может осуществляться лишь до точки росы.

5. Влажный воздух отдает теплоту ($I_6 < I_1$) и влагу ($d_6 < d_1$), т.е. происходит охлаждение и осушка воздуха.

Значение углового коэффициента в этом случае $\varepsilon > 0$.

Приращение энтальпии (ΔI) и приращение влагосодержания (Δd) имеют отрицательные знаки, поэтому направление процесса изменения состояния будет характеризоваться лучом 1–6, имеющим направление от точки 1 к точке 6. Такой процесс может происходить как в камере орошения кондици-

онера, так и в других установках для обработки воздуха. Для охлаждения и осушки воздуха в оросительной камере должна установиться температура ниже точки росы, что достигается подачей к распылительным форсункам охлажденной воды.

6. Влажный воздух, имеющий параметры I_1, d_1, отдает влагу ($d_7 < d_1$) при постоянной энтальпии ($I_7 = I_1 = const$), т.е. воздух осушается. При этом тепловлажностный коэффициент $\varepsilon = 0$.

Приращение влагосодержания в этом случае будет отрицательным, но направление луча процесса будет от точки 1 к точке 7.

Процесс осушки воздуха при $I = const$ можно осуществить с помощью абсорбентов, например концентрированных растворов солей хлористого кальция, хлористого лития и др., а также с помощью адсорбентов, например, силикагеля.

При одновременном выделении в помещении тепла и влаги определение воздухообмена, необходимого для их поглощения, производится, как правило, графоаналитическим способом с помощью *I-d*-диаграммы.

Для случаев, когда параметры в рабочей зоне помещения принимаются по санитарным (или технологическим) нормам, расчет воздухообмена ведется в следующем порядке:

а) определяют значение тепловлажностного отношения по общим избыткам тепла и влаги;

б) на *I-d*-диаграмме выбирают точку «*р.з*», характеризующую параметры воздуха в рабочей зоне (в соответствии с требованиями санитарных норм);

в) из точки «*р.з*», проводят в противоположную сторону от линии процесса ассимиляции тепла и влаги (рисунок 4.9);

г) на линии процесса определяют точку «*П*», характеризующую параметры приточного (поступающего) воздуха;

д) определяют изменение влагосодержания и теплосодержания для этой зоны в процессе ассимиляции;

е) вычисляют количество приточного воздуха *G*, который должен быть подан в рабочую зону или по формуле

$$G_{пр} = \frac{W_{вл}}{\Delta d_{р.з.}}, м^3 / ч$$

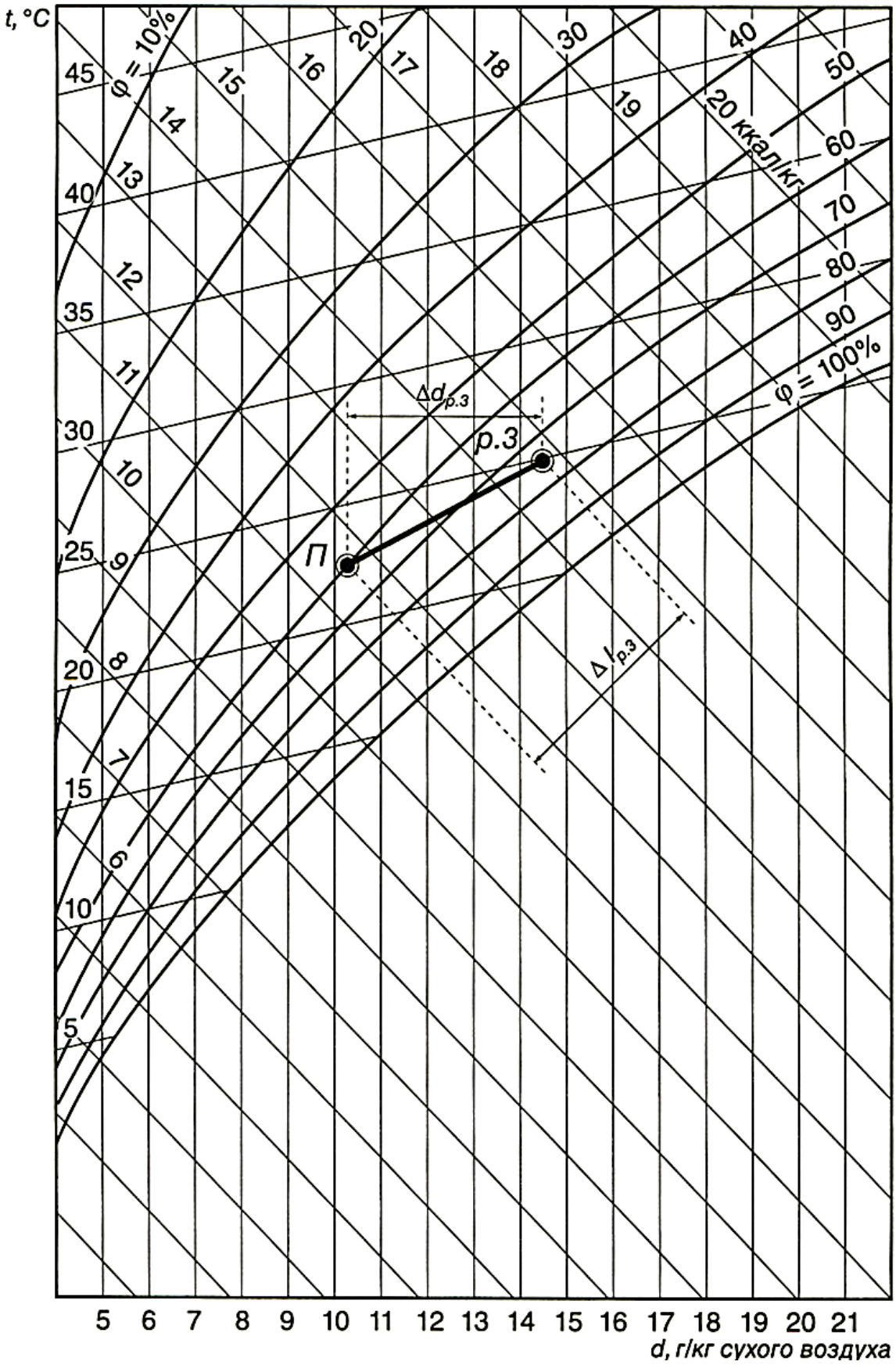


Рисунок 4.9 – Определение параметров внутреннего воздуха

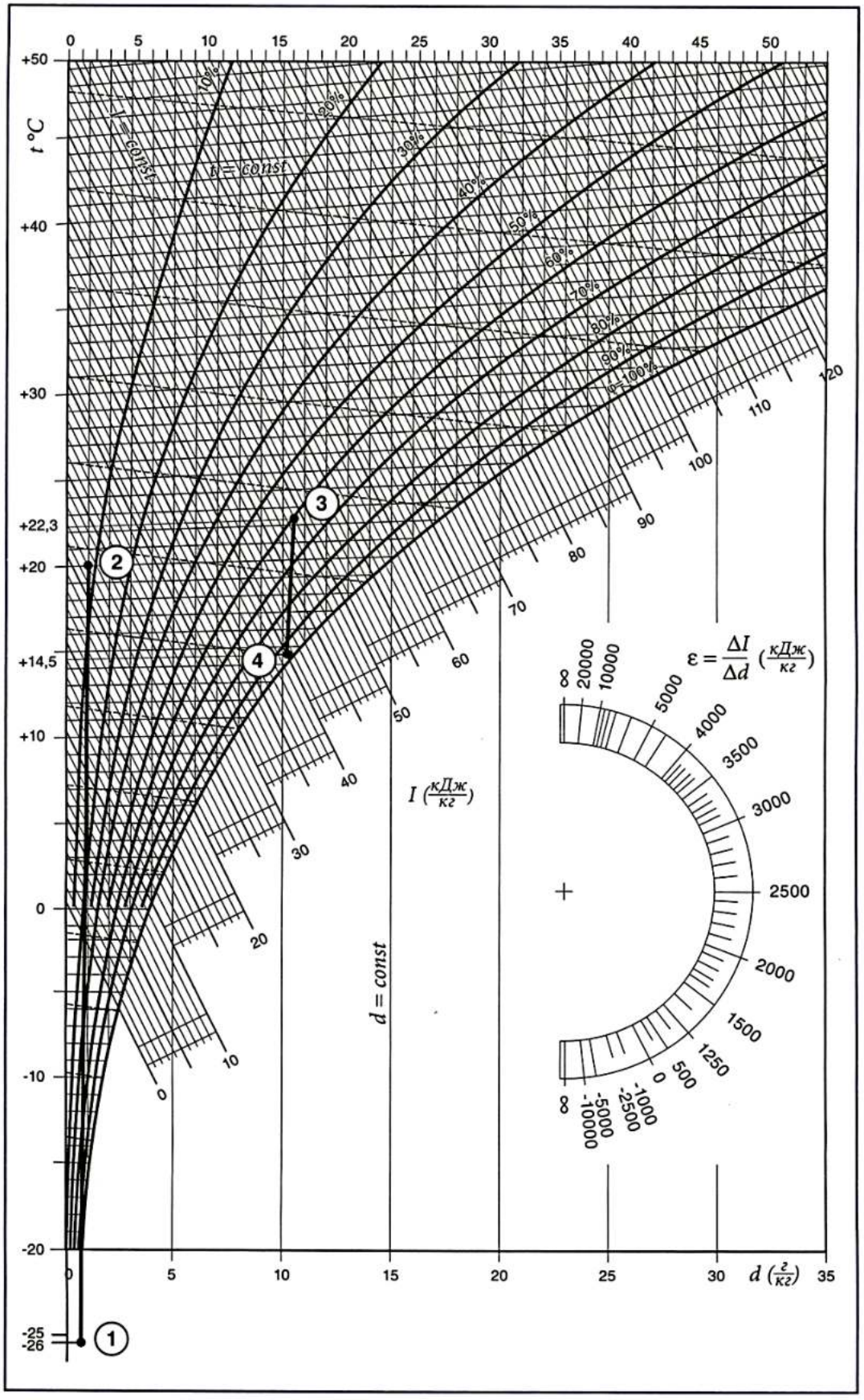


Рисунок 4.10 – Процессы обработки воздуха на *I-d*-диаграмме

или

$$G_{пр} = \frac{Q_{изб}}{\Delta I_{р.з.}}, м^3 / ч ,$$

где $\Delta I_{р.з.}$ – теплосодержание воздуха соответственно в рабочей зоне и приточном воздухе, кДж/кг;

$$\Delta I_{р.з.} = I_{р.з.} - I_{пр.}$$

$$\Delta d_{р.з} = d_{р.з} - d_{пр},$$

где $\Delta d_{р.з.}$ – влагосодержание воздуха соответственно в рабочей зоне и приточном воздухе, кг/кг.

Пример процесса обработки воздуха в *I-d*-диаграмме показан на рисунке 4.10. Схема обработки воздуха прямоточная. Зима: фильтрация и нагрев (линия 1–2). Лето: фильтрация и охлаждение (линия 3–4). Воздух с *t = 14,5* °С (точка 4 на *I-d*-диаграмме) поступает на фанкойлы, где смешивается с рециркуляционным воздухом каждого помещения. Смесь охлажденного наружного и рециркуляционного воздуха дополнительно охлаждается в фанкойлах и поступает в помещение.

Некоторые данные по тепло- и влаговыделениям от технологического оборудования приведены в таблице 4.33.

Таблица 4.33 – Влаго- и тепловыделения от технологического оборудования

Источник выделения вредностей	Тепловыделения (Вт) при $t_в$=18 °С		Влаговыделения, кг/ч
	ощутимые	скрытые	
1	2	3	4
Чан шпарильный для шпарки свиных туш на 100 гол/ч при температуре жидкости 60 °С (3,5×1,6 м)	5350	24900	35,4
Печь опалочная ССЛ-2А	6750	–	–
Чан с двумя отделениями для приема технической крови размером 3×1×0,9 м^3	1450	1410	2,0
Котел варочный закрытый на 600 л при температуре жидкости 85–95 °С:			
при открытой крышке	4530	2600	37,0
при закрытой крышке	3420	–	–

Окончание таблицы 4.3

1	2	3	4
Котел для вытопки жира на 850 л с мешалкой: при открытой крышке при закрытой крышке	 2790 1980	 12650 –	 18,0 –
Туннельная флягомоечная машина ФТМ-400	11900	2220	31,6
Пастеризатор «Альфа-Лаваль» производительностью 10000 л/ч	8550	9550	13,6
Сепаратор ОСД-500 для производства цельномолочной продукции	1030	5620	8,0
Ванна длительной пастеризации ВДП-600	1520	2040	2,9
Сироповарочный котел на 1500 л	11800	19000	27,0
Трубчатый пастеризатор производительностью 5000 л/ч	2840	11600	16,5
Заквасочник сыра на два ушата	200	3640	5,2

Если в помещении имеются местные отсосы, то количество удаляемого воздуха необходимо также учитывать при расчете воздухообмена.

Если полученные параметры воздуха недопустимы из-за возможности конденсации паров на внутренней поверхности ограждений, то они должны быть изменены путем увеличения объема приточного воздуха, выбора других его параметров или проектирования системы обогрева верхней зоны помещения.

Для борьбы с производственной пылью наиболее эффективной является организация местных отсосов воздуха. Потребный воздухообмен в помещении в таких случаях определится количеством воздуха, удаляемого одновременно от всех работающих отсосов, и необходимой компенсацией его свежим воздухом. Достаточность в помещении воздухообмена, рассчитанного таким образом, должна проверяться на поглощение других вредностей, выделяющихся в данном помещении, например, вредных паров, газов.

В производственных помещениях (цехах), где в результате технологического процесса по всему помещению выделяется производственная пыль и количество ее незначительно, воздухообмен принимается по минимальным нормам кратности.

После определения расчетного воздухообмена для локализации всех производственных вредностей – тепловыделений, влаговыделений, производственной пыли и т.д. необходимо составить воздушный баланс помещения и выбрать потребный воздухообмен для помещения по большому расчетному воздухообмену.

Таким методом определяют воздухообмены для помещений промышленных предприятий, а также для помещений, кратности воздухообменов в которых не установлены санитарными нормами.

По кратности воздухообмена *к* подачу наружного воздуха можно рассчитать по формуле

$$L = к \cdot V_в, м^3 / ч,$$

где V – объем помещения, м^3.

Данную формулу можно использовать при расчете воздухообмена, если затруднительно определить выделение вредных веществ, теплоты или влаги.

В качестве примера приведем сведения о воздухообменах для некоторых типов зданий и помещений (таблица 4.34).

Таблица 4.34 – Необходимые значения кратности воздухообмена

Наименование помещений	Значение кратности воздухообмена
Медницко-заливочное, ремонта электрооборудования	3–4
Ремонта топливной аппаратуры, разборочно-моечное	4
Сварочное, кузнечное, слесарное и т.п.	4–6
Испытания двигателей	5–6
Гальваническое, аккумуляторная	6–8
Помещения мойки фляг, стеклотары и розлив	4–8
Помещение хранения молока	2–3
Тепловая обработка молока	2–6
Столярные мастерские, котельные	3–4
Помещение холодильного оборудования	2–3
Отапливаемые склады и кладовые	0,5–1
Механические мастерские, помещение персонала	2–3
Фойе, коридоры (приток)	2
Окрасочные камеры	10–12

4.5.6 Аэродинамический расчет воздушных сетей

Распределение воздуха в системах кондиционирования и вентиляции осуществляется по более или менее сложной системе воздуховодов. Речь может идти и о простейшем одиночном воздуховоде, и о сложной разветвленной системе воздуховодов, обслуживающих целый этаж или всё здание. В обоих случаях речь идет о воздухораспределительной сети, которая должна отвечать определенным требованиям:

– обеспечивать производительность по воздуху;

– иметь минимальные потери напора;

– иметь скорость потока воздуха, удовлетворяющую требованиям санитарных норм;

– иметь уровень шумов, не превышающий допустимый по санитарным нормам;

– быть герметичной;

– при необходимости воздуховоды должны иметь соответствующую тепло-, звуко- или пароизоляцию;

– пространство, занимаемое воздуховодами, должно быть минимальным.

Системы воздушных коммуникаций классифицируются по скорости потока воздуха и рабочему давлению.

Классификация по скорости подразделяет воздуховоды на малоскоростные (со скоростью воздуха в канале, не превышающей 13 м/с) и высокоскоростные каналы (со значениями от 13 до 25 м/с). Вытяжные каналы всегда рассчитываются как малоскоростные.

Классификация по давлению подразделяет их на воздуховоды низкого давления со значениями до 900 Па (около 100 мм вод. ст.); среднего давления со значениями от 900 до 1700 Па (100–170 мм вод. ст.) и высокого давления со значениями от 1700 до 3000 Па (170–300 мм вод. ст.).

Для небольших помещений применяются исключительно системы воздуховодов низкоскоростные и низкого давления.

Установки высокоскоростные и высокого давления применяются в больших зданиях, особенно в зданиях повышенной высотности, так как дают большие преимущества при минимизации сечений вентиляционных каналов. Проблема использования таких воздуховодов заключается в их повышенной шумности, зависящей от скорости потока воздуха.

В ответвлениях скорость воздуха принимают на 10–20% меньше, чем в магистральных каналах.

Общее давление, создаваемое вентилятором, представляет собой сумму статического и динамического давления и должно соответствовать общим потерям напора на пути движения воздуха. Такие потери напора возникают: за счет трения воздуха о стенки воздуховода, из-за изгибов и поворотов, изменения сечений воздуховода и т.д. Все эти потери должны быть уравновешены общим давлением, создаваемым вентилятором. Указанные потери напора влияют в значительной мере на потребление электроэнергии вентилятором, поэтому целесообразно вести проектирование воздуховодов и осуществлять их монтаж по возможности с меньшим количеством изгибов, поворотов и изменений сечения.

Расчет сети воздуховодов в общем виде сводится к определению потерь давления в воздуховодах при данном расходе воздуха.

Последовательность ведения аэродинамического расчета:

1. Вычертить аксонометрическую схему системы воздуховодов (рисунок 4.11). На схеме указать порядковый номер каждого расчетного участка, расход воздуха, $м^3/ч$ (в числителе), длину каждого участка, м (в знаменателе).

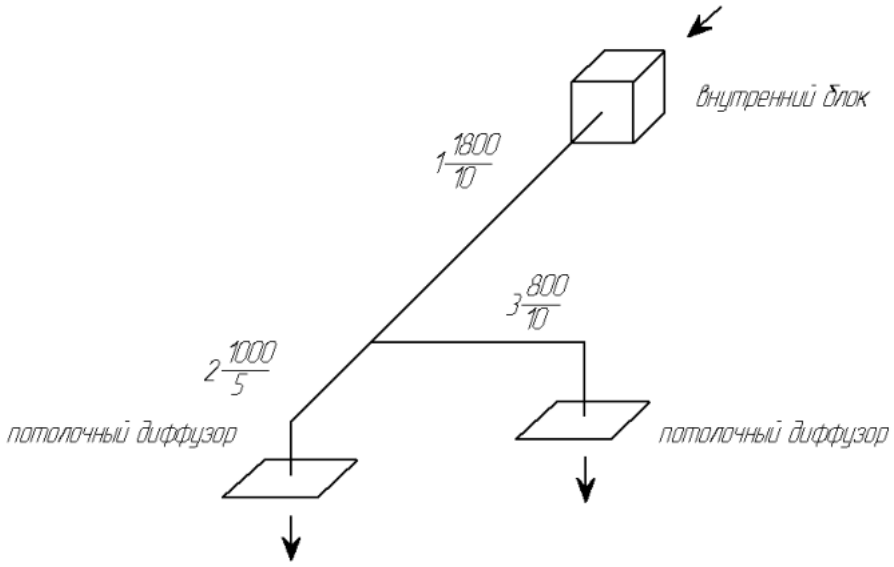


Рисунок 4.11 – Аксонометрическая схема воздушной сети (пример)

2. Задаваясь скоростью движения воздуха и зная расход воздуха на участках, выбираем диаметр каждого участка воздуховода (рисунок 4.12).

3. Определяем потери давления по длине воздуховода:

$$P_{TP} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho_B \text{, Па,}$$

где λ – коэффициент сопротивления движению воздуха ($\lambda = 0{,}02–0{,}03$);

l – длина воздуховода, м;

d – диаметр воздуховода, м;

ρ_B – плотность воздуха, можно принять равной 1,2 кг/м^3;

v – скорость воздуха, м/с (таблица 4.35).

Таблица 4.35 – Рекомендуемая максимальная скорость воздуха в воздуховодах

Применение	Ограничивающее условие				
	Бесшумность	Низкие потери напора			
	Магистральные каналы	Главные каналы		Ответвления	
		приточный	вытяжной	приточный	вытяжной
Жилые здания	3	5	4	3	3
Квартиры, номера в гостиницах	5	7,5	6,5	6	5
Учреждения	6	8	6,5	6	5
Рестораны	7	9	7	7	6
Супермаркеты	8	9	7	7	6
Производственные помещения	9	10	8	8	7

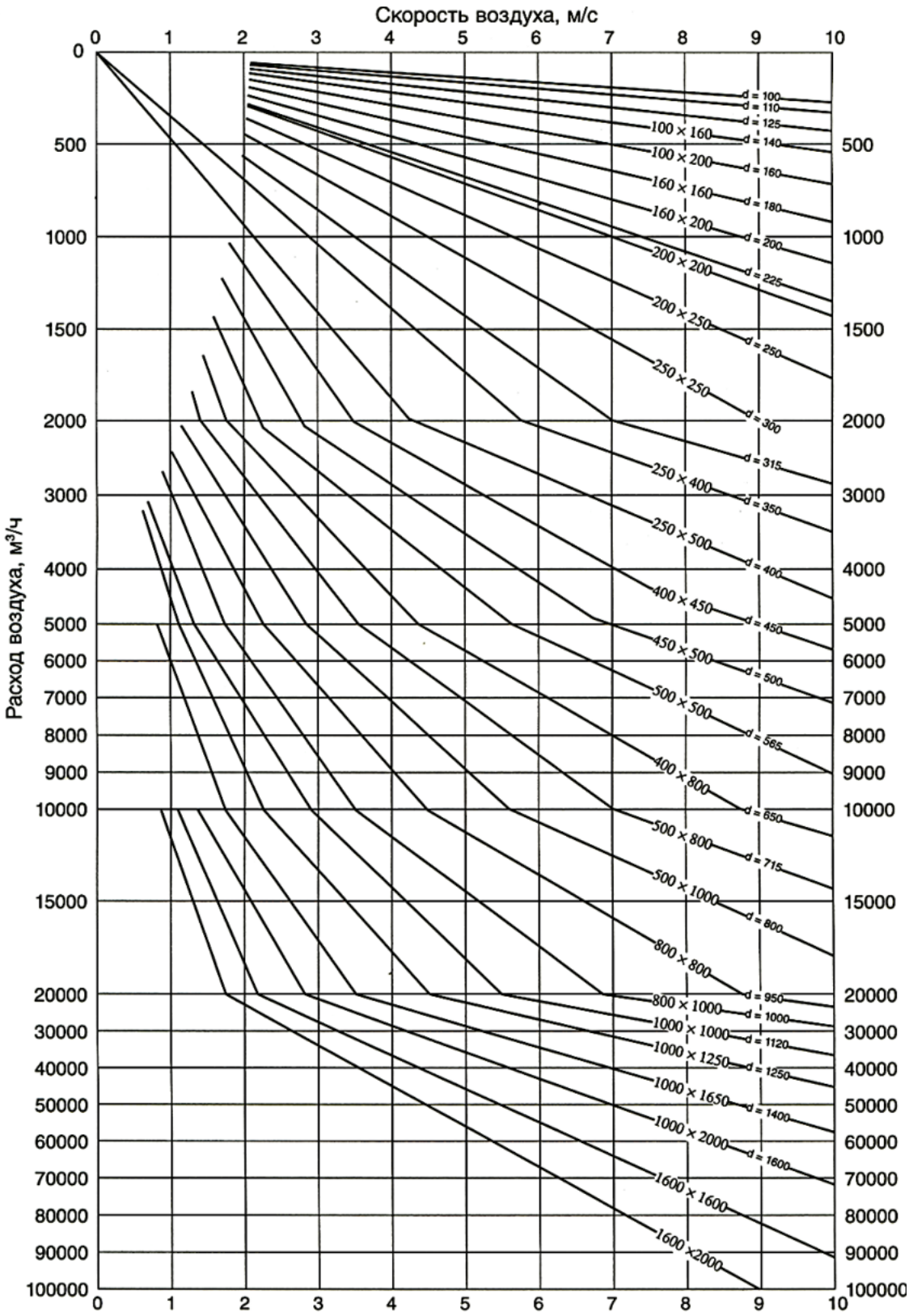


Рисунок 4.12 – Номограмма для подбора воздуховодов

Для трубопроводов прямоугольного сечения со сторонами *а* и *в* определяется эквивалентный диаметр:

$$d_э = \frac{2 \cdot a \cdot в}{a + в}, м.$$

4. Определяем потери давления от местных сопротивлений:

$$P_м = \Sigma\xi \cdot \frac{\rho_в \cdot \upsilon^2}{2}, \text{ Па},$$

где $\sum\xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений (таблица 4.36).

Таблица 4.36 – Ориентировочные значения коэффициента местных сопротивлений для воздуховодов

Вид сопротивлений	Значение
Решетка (выход)	1,8
Решетка (вход)	7
Сужение и расширение потока при входе (выходе) из воздухораспределительного короба	0,25
Поворот 90° круглого или квадратного сечения	1,1
Поворот 45° круглого или квадратного сечения	0,55
Внезапное расширение сечения F_1/F_2=0,1; 0,3; 0,5; 0,7	0,8; 0,5; 0,25; 0,1
Внезапное сужение сечения F_2/F_1=0,1; 0,3; 0,5; 0,7	0,47; 0,38; 0,3; 0,2
Отвод 90° круглого или квадратного сечения при *R/d*=1; 2; 3	0,25; 0,15; 0,12
Отвод 90° прямоугольного сечения при *R/a*=1 и *в/а*=0,5; 1,0; 1,5; 2,0	0,38; 0,25; 0,18; 0,12
То же, при *R/a*=2	0,23; 0,15; 0,11; 0,07
То же, при *R/a*=3	0,18; 0,12; 0,08; 0,06
Тройник на проход	0,5
Тройник на ответвление	0,8

Примечание: *R* – радиус поворота оси воздуховода; *d* – диаметр или сторона квадрата его сечения; *в* и *а* – высота и ширина прямоугольного сечения воздуховода.

5. Определяем общие потери:

$$P = P_{TP} + P_M, \text{ Па}.$$

6. Сумма общих потерь должна быть меньше значения статистического давления, создаваемого вентилятором.

7. Приравниваем к общему сопротивлению ветви трубопроводов посредством установки диафрагм, устанавливаемых в воздуховодах. Для этого выбираем ветвь с большим сопротивлением и к ней приравниваем другие, менее нагруженные ветви:

$$P_{изб} = P_{макс.} - P_i, \text{ Па},$$

где $P_{макс}$, P_i – давление в самой нагруженной и рассматриваемой ветви соответственно, Па.

Определяем скоростное (динамическое) давление в воздуховоде, Па:

$$P_Д = 10 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g},$$

где g – ускорение свободного падения, g=9,8 м/с^2.

Вычисляем коэффициент местного сопротивления диафрагмы, необходимый для компенсации давления $P_{изб}$:

$$к = \frac{P_{изб}}{P_Д}.$$

В зависимости от величины $к$ определяем диаметр диафрагмы (таблица 4.37).

Таблица 4.37 – Данные для выбора регулирующих диафрагм

$к$	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4
Диаметр диафрагмы, мм	0,95d	0,9d	0,88d	0,87d	0,86d	0,85d	0,83d	0,81d	0,8d	0,78	0,76	0,75	0,74	0,72	0,7	0,68	0,65	0,62

Примечание. Здесь d – диаметр воздуховода.

4.5.7 Гидравлический расчет жидкостных коммуникаций

Гидравлический расчет трубопроводов заключается в определении диаметров трубопроводов, необходимых для перемещения определенного количества теплоносителя в зависимости от располагаемого давления.

Принципиально методика расчета трубопроводов не зависит от вида теплоносителя. Во всех случаях основой для расчета служат общеизвестные

формулы гидравлики. Движение среды (воды, пара, хладагента и т.п.) по трубопроводам сопровождается потерями располагаемого давления на преодоление гидравлических сопротивлений: трений и местных сопротивлений.

Для гидравлического расчета аналогично аэродинамическому расчету составляем расчетную схему (рисунок 4.13). На схеме обозначаем номера участка с одинаковым расходом воды, расход по участкам л/с или м^3/ч (в знаменателе); холодо- или теплопроизводительность, кВт (в числителе); длины участков, м.

Потери давления на трение Δp определяются по формуле

$$\Delta p = \frac{\lambda \cdot v^2 \cdot \rho}{2 \cdot d} \cdot \ell, \text{Па},$$

где ρ – плотность воды, кг/м^3, ρ=*1000 кг/м^3*;

d – диаметр трубопровода, м;

v – скорость движения воды, м/с;

ℓ – длина участка, м;

λ – коэффициент трения стальных труб.

Диаметр трубопровода принимается в зависимости от расхода на данном участке (таблица 4.38).

Стандартные диаметры выбираем из следующего ряда, мм: 16; 20; 25; 32; 40; 50; 62; 75; 87; 100; 120; 150; 175; 200.

Скорость движения воды (расход подставляем в м^3/ч) определяется по формуле

$$v = 0{,}354 \cdot \frac{G}{\rho \cdot d^2}, \text{м/с}.$$

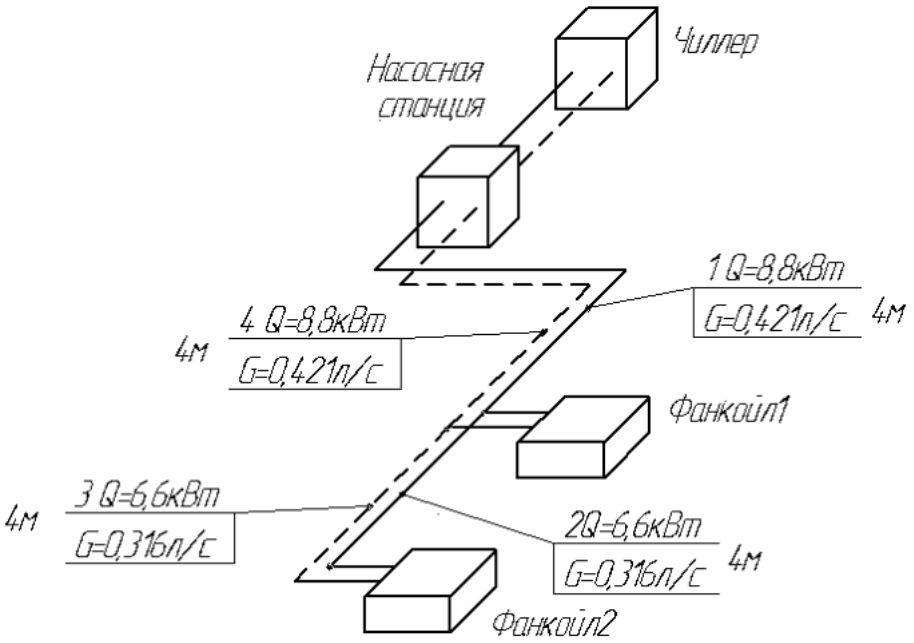


Рисунок 4.13 – Гидравлическая расчетная схема (пример)

Таблица 4.38 – Данные для выбора диаметра трубопровода

Расход воды, л/с	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25–0,35	0,4	0,45–0,5	0,6	0,7–0,9	1	1,25	1,5	1,75–2,5	3-3,5	4–6	6,5–7,5
Диаметр, мм	10–15	10–20	10–25	10–32	10–40	15–40	15–50	20–50	20–70	20–80	25–80	25–100	32–100	40–100	50–100	70–100

Коэффициент трения стальных труб определяется по формуле

$$\lambda = \frac{0{,}014}{\sqrt[4]{d}}.$$

Потери давления на преодоление местных сопротивлений

$$\Delta p_{м.с.} = \Sigma\xi \cdot \left(\frac{v^2 \cdot \rho}{2}\right), Па,$$

где ξ – коэффициент местного сопротивления на рассчитываемом участке (таблица 4.39).

Таблица 4.39 – Коэффициенты местных гидравлических сопротивлений

Номер на участке	Местное сопротивление	Коэффициент местного сопротивления, ξ
1	Вентиль прямоточный	0,5
2	Клапан проходной	2
3	Внезапное расширение	0,1
4	Внезапное сужение	0,2
5	Тройник на проход	1
6	Тройник на ответвление	1,5
7	Поворот	0,7
8	Тройник на противоход	3

Величина потерь в местных сопротивлениях, согласно рекомендациям по проектированию жидкостных систем, может быть принята в размере 30% от потерь давления на трение.

Суммарные потери в сети определятся по формуле

$$P_{сум.} = \Delta p + \Delta p_{м.с.} + \Sigma \Delta p_{о}, Па,$$

где $\Sigma\Delta p_{\text{о}}$ – суммарные потери напора в оборудовании системы (фанкойлы, чиллеры и т.д.).

Напор, развиваемый насосной станцией, должен быть достаточным для преодоления суммарных потерь давления в сети.

4.5.8 Разработка системы кондиционирования помещения бухгалтерии на базе кондиционеров сплит-систем

Подбор кондиционеров сплит-систем рассмотрим на примере помещения бухгалтерии площадью S = 20 м^2, высотой h = 3 м, в котором находятся 2 компьютера и постоянно работают 3 человека.

В помещении есть возможность естественного проветривания, поэтому нет необходимости проектировать приточно-вытяжную вентиляцию, а целесообразно установить кондиционер сплит-системы, работающий на рециркуляционном воздухе.

Компрессорно-конденсаторный блок такого кондиционера устанавливается за пределами помещения на улице, а в помещении устанавливается внутренний блок сплит-системы. Между собой внутренний и наружный блоки связаны фреоновыми трубопроводами в изоляции.

Для выбора кондиционера по холодопроизводительности необходимо рассчитать теплоизбытки в помещении, в которые входит тепло от людей, оргтехники, освещения и т.д.

Теплопоступления для рассматриваемого помещения рассчитываем по экспресс-методике:

$$Q_1 = s \cdot h \cdot q = 20\ \ 3 \cdot 35 = 2100 \text{ Вт};$$
$$Q_2 = 300 \cdot 2 = 600 \text{ Вт};$$
$$Q_3 = 100 \cdot 3 = 300 \text{ Вт};$$
$$Q_{общ} = 2100 + 600 + 300 = 3000 \text{ Вт}.$$

Модель кондиционера сплит-системы выбираем из типового ряда по ближайшему (с учетом запаса) значению холодопроизводительности.

Для обеспечения круглогодичной работы кондиционера остановим свой выбор на оборудовании фирмы *DELONGHI,* т.к. кондиционеры этой фирмы эффективно работают в режиме «теплового насоса» в холодное время года. Ряд технических решений, реализованных в конструкции кондиционеров *DELONGHI,* обеспечивает работу при низких температурах наружного воздуха (до $t_н$ = –22 °С).

Мы остановимся на модели СР-30 настенного типа, т.к. по холодопроизводительности N_x = 3,5 кВт – это ближайшее (с учетом запаса) значение к рассчитанным теплоизбыткам помещения.

Внутренний блок кондиционера устанавливаем на стене на высоте h = 2,5 м, т.е. выше рабочей зоны помещения.

Наружный блок устанавливается на улице, на стене здания под окном (для удобства монтажа и обслуживания кондиционера).

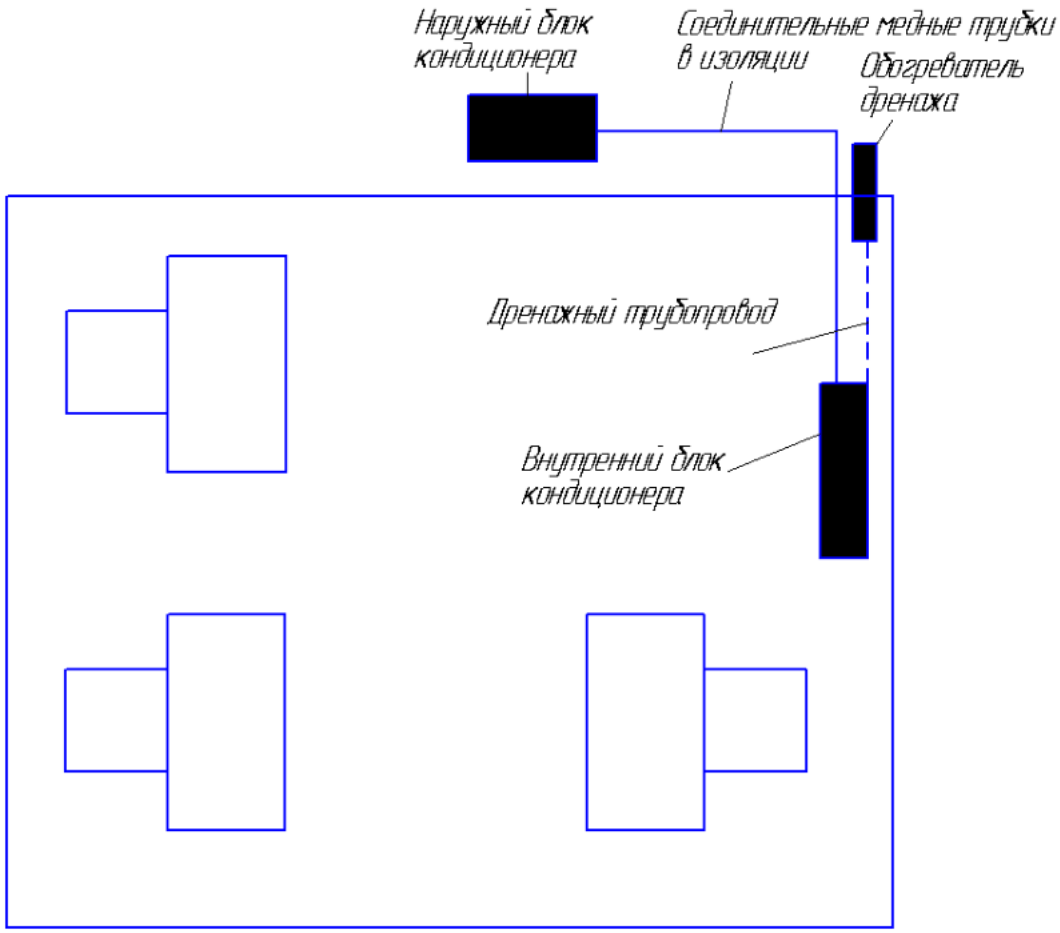


Рисунок 4.14 – Расположение кондиционера сплит-систем на примере помещения бухгалтерии

Между внутренним и наружным блоками прокладываются фреоновые трубопроводы и электрический соединительный кабель. От внутреннего блока трубки вместе с кабелем опускаются вниз по стене до отметки установки наружного блока. Для прохождения трассы через наружную стену в ней сверлится отверстие диаметром 60 мм, и через него трубопровод выводится на улицу для подключения к наружному блоку. Затем отверстие герметизируется. Если монтаж кондиционера ведется в уже отремонтированном помещении, то трубопроводы и кабель закрываются декоративными коробами. Если же монтаж кондиционера ведется до ремонта помещения, то есть возможность все коммуникации спрятать в стене. Для этого делается штроба

100×60 мм, в которой прокладываются все трубки и кабель, и после окончания монтажа кондиционера штроба заштукатуривается.

При работе кондиционера в режиме охлаждения во внутреннем блоке образуется конденсат, поэтому необходимо предусмотреть отвод конденсата (дренажа) от внутреннего блока. Дренаж можно подключить к системе существующей канализации, если она находится где-нибудь поблизости. При этом дренажную трассу необходимо проложить с постоянным уклоном (10 мм на 1 м длины), а если это выполнить невозможно, необходимо установить на дренажной линии специальный дренажный насос, который обеспечит необходимый напор в системе отвода конденсата.

В нашем примере (рисунок 4.14) рассматриваемое помещение находится слишком далеко от системы канализации, и нет возможности проложить дренажную трассу с постоянным уклоном, поэтому дренажная трубка выводится на улицу. Дренаж прокладывается вместе с фреоновым трубопроводом и закрывается одним декоративным коробом. Через отверстие в стене вместе с фреоновым трубопроводом дренажная трубка выводится на улицу.

4.5.9 Разработка системы кондиционирования административного помещения на базе кондиционера сплит-системы с притоком

Административные помещения общей площадью S = 62 м^2, высота помещений h=3,2 м, во всех помещениях имеется разборный подшивной потолок типа «Armstrong», зазор в подшивном потолке составляет 450 мм, помещение состоит из рабочего помещения S = 50 м^2 и коридора S = 12 м^2, количество сотрудников – 10 человек, количество оргтехники – 5 компьютеров и 1 ксерокс.

Руководствуясь требованиями СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», в рабочее помещение необходимо подать санитарную норму свежего воздуха: 60 м^3/ч на человека.

Исходя из количества сотрудников (10 человек), определяем количество приточного воздуха:

$$L_н = 60 \cdot 10 = 600 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расчет теплоизбытков в помещении ведем согласно экспресс-методике.

Рабочее помещение:

$$Q_1 = 50 \cdot 3{,}2 \cdot 35 = 5600 \text{ Вт};$$

$$Q_2 = 5 \cdot 300 + 300 = 1800 \text{ Вт};$$

$$Q_3 = 10 \cdot 100 = 1000 \text{ Вт}.$$

Коридор:

$$Q_1 = 12 \cdot 3{,}2 \cdot 35 = 1344 \text{ Вт};$$

$$Q_{общ} = 9744 \text{ Вт}.$$

Для кондиционирования данного помещения выбираем сплит-систему с приточной вентиляцией фирмы *CLIVET*.

Этот тип кондиционера, аналогично обычной сплит-системе, состоит из двух блоков. Наружный (компрессорно-конденсаторный) блок с тепловым насосом типа MCAN устанавливается на улице, вне пределов помещения. Внутренний блок типа CN предназначен для скрытой установки внутри помещения (в зоне подшивного потолка) и поэтому не требует отдельной площади пола или стен. Конструкция внутреннего блока позволяет обеспечить частичный забор наружного воздуха, и кондиционер будет работать на смеси наружного и рециркуляционного воздуха.

Центробежные вентиляторы во внутренних блоках, создающих значительное статическое давление, позволяют использовать развитую сеть воздуховодов для подачи обработанного воздуха. Такая система обладает разнообразными возможностями: она может подавать воздух в различные зоны помещения; равномерно регулировать условия микроклимата, не создавая сквозняков или застойных зон, обеспечить низкий уровень шума и пр.

По суммарной холодопроизводительности подбираем модель кондиционера (с учетом запаса):

Модель MCAN + CN 31с характеристиками:

Холодопроизводительность – 10,4 кВт

Теплопроизводительность – 9,7 кВт

Общее количество обрабатываемого воздуха $L = 1800$ м^3/ч.

Общее количество воздуха (1800 м^3/ч) складывается из количества воздуха, забираемого с улицы, $L_H = 600$ м^3/ч (что соответствует необходимым санитарным нормам) и количества рециркуляционного воздуха, забираемого из помещений. Принимаем $L_P = 2 \cdot L_H = 1200$ м^3/ч.

Размещаем кондиционер в зоне подшивного потолка.

Раздача обработанного воздуха в помещении осуществляется по воздуховодам через приточные диффузоры.

Количество воздуха распределяем по помещениям пропорционально выделяемому теплу. В рабочую комнату мы подаем общее количество 1552 м^3/ч, в коридор 248 м^3/ч. Заносим эти данные в таблицу 4.40.

Вытяжка осуществляется из коридора и рабочего помещения с помощью вытяжного вентилятора, размещенного в подшивном потолке. Выброс отработанного воздуха осуществляется на улицу через вытяжной диффузор, играющий роль обратного клапана. При работе вентилятора он открыт, при остановке – закрыт. Количество вытяжного воздуха принимаем равным количеству приточного (наружного) – 600 м^3/ч. Вентилятор забирает этот воздух из коридора через вытяжной вентилятор и частично из рабочего помещения через проем размером 500×200 мм в стене (рисунок 4.15).

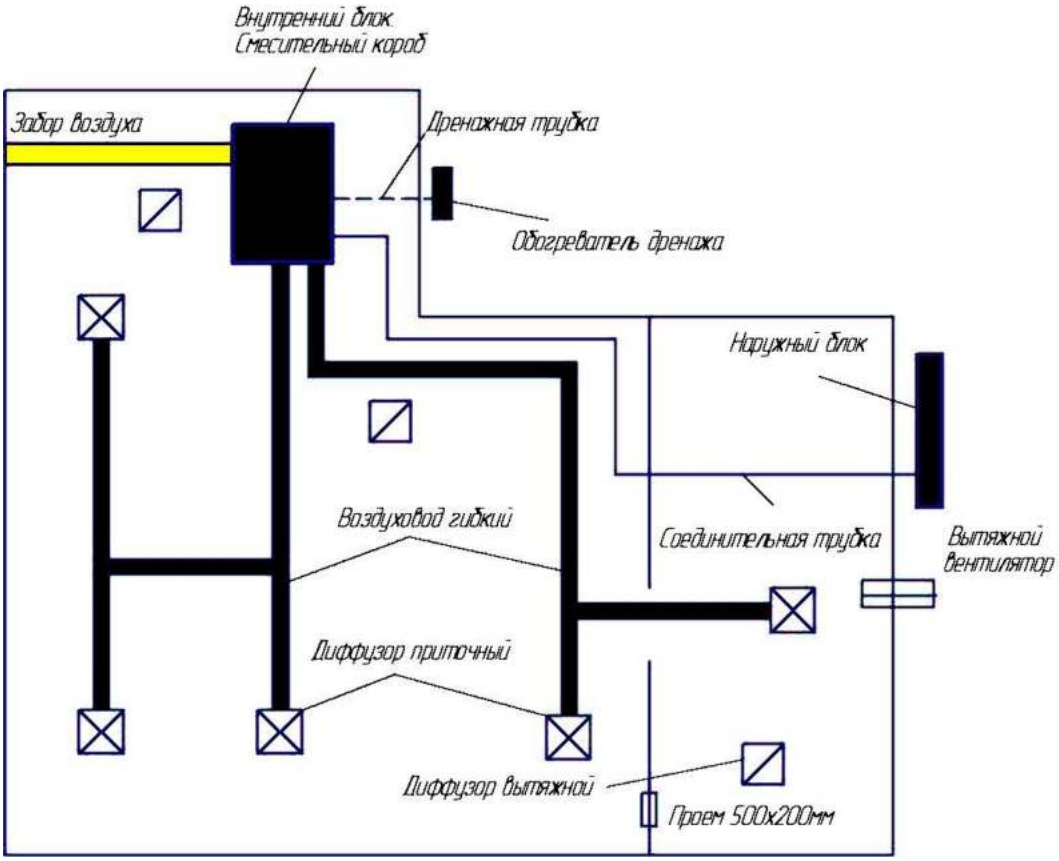


Рисунок 4.15 – Расположение кондиционера сплит-системы с притоком в административных помещениях

Из рабочего помещения осуществляется забор рециркуляционного воздуха в количестве 1035 м^3/ч через два вытяжных диффузора из коридора 165 м^3/ч – через один. Далее этот воздух из подшивного потолка засасывается в смесительный короб кондиционера.

Аналогично распределяем количество приточного воздуха (см. таблицу 4.39).

В холодный период года для подогрева наружного воздуха с отрицательной температурой используется секция электроподогрева. Причем для экономии электроэнергии процесс подогрева воздуха осуществляется после смешения его с рециркуляционным воздухом, имеющим положительную температуру. Для определения температуры смеси используют формулу

$$t_{см} = \frac{t_в \cdot L_в + t_н \cdot L_н}{L_в + L_н},$$

где t_H – расчетная температура наружного воздуха в холодный период для данной местности;

t_B – внутренняя температура забираемого из помещения воздуха. Принимается равной t_{BH} – 2 ºС при высоте заборной решетки до 3 м, при высоте свыше 3 м температуру увеличиваем на 2 ºС на каждый метр высоты свыше 3 м;

L_B – количество воздуха, забираемого из помещения на рециркуляцию, м^3/ч;

L_H – количество наружного воздуха, смешиваемого с рециркуляционным, м^3/ч.

Для нашего примера исходные данные следующие: для Ростова-на-Дону: t_H = минус 22 °С;

t_{BH} = 24 °С;

L_B = 1200 м^3/ч;

L = 600 м^3/ч.

Далее определяется температура смеси:

$$t_{см} = \frac{22 \cdot 1200 + (-22) \cdot 600}{1200 + 600} = 7{,}3 \quad °C.$$

Секция электроподогрева с блоком автоматики выбирается на основании теплотехнического расчета. Для модели CN 31 поставляются калориферы 4,5 и 9 кВт.

Тепловая нагрузка на электронагревателе определяется по формуле

$$Q = C \cdot L_{см} \cdot p \cdot (t_{пр} - t_{см}) = 1 \cdot 1800 \cdot 1{,}2 \cdot (22 - 7{,}3) = 31752 кДж/ч = 7589 ккал/ч = 8826 Вт,$$

где p – плотность воздуха, кг/м^3;

t – температура подаваемого кондиционером воздуха, °С. Принимаем равной 22 °С (приточный диффузор расположен на высоте менее 3 м);

$L_{см}$ – количество смешанного воздуха, равное 1800 м^3/ч;

C – теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/кг°С.

Выбираем секцию электроподогрева мощностью 9 кВт.

На основании принятой схемы вентиляции выполняем аксонометрическую схему системы кондиционирования (рисунок 4.16). На схеме обозначаем диаметры воздуховодов (мм), расход воздуха, (м^3/ч), номера участков и высоту от уровня пола.

Результаты расчета воздушного баланса представлены в таблице 4.40. Аэродинамический расчет системы произведем согласно методике, изложенной в разделе 4.5.5, и сведем в таблицу 4.41.

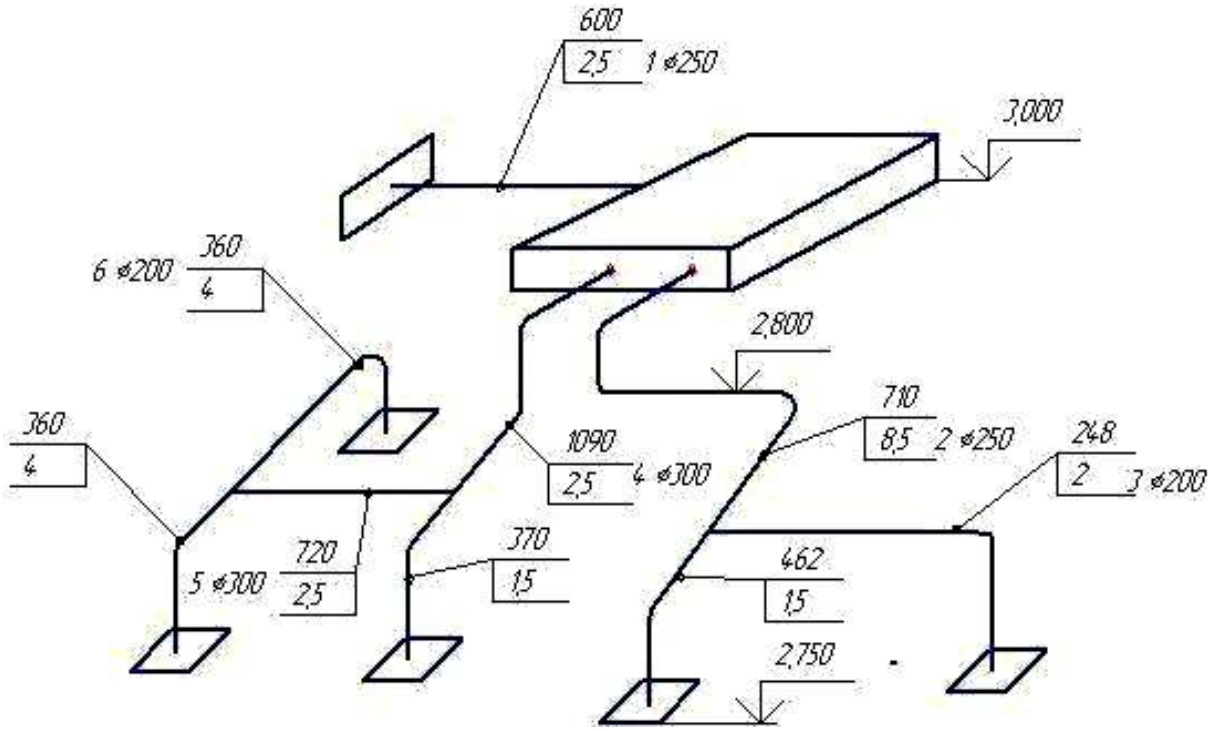


Рисунок 4.16 – Аксонометрическая схема системы кондиционирования

Таблица 4.40 – Воздушные балансы помещений

Наименование помещения	Объем помещения, м^3	Избытки тепла, Вт	Вытяжная вентиляция		Всего, м^3/ч	Приточная вентиляция		Всего, м^3/ч
			местная	общеобменная		рециркуляция	наружный приток	
			расход, м^3/ч	расход, м^3/ч		расход, м^3/ч	расход, м^3/ч	
Рабочее помещение	160	8400	–	–	–	1035	517	1552
Коридор	38,4	1344	–	600	600	165	83	248

Как мы видим, давление в системе меньше, чем напор, создаваемый вентилятором внутреннего блока – 100 Па.

Таблица 4.41 – Расчет сети воздуховодов общего назначения

№ участка	К-во воздуха, L, $м^3/ч$	Длина ℓ, м	Скорость v, м/с	Диаметр, мм	Потери давления на трение $P_{ТР}$, Па	Местные сопротивления	Сумма коэф. местных сопротивлений	Потери давления на местные сопротивления $P_М$, Па	Общие потери на участке Р, Па
1	600	2,5	3	250	1,36	Решетка (вход) ξ=7; расширение потока ξ=0,25	7,25	39,57	40,93
Итого по ветви 1 Р=40,93									
2	710	8,5	5	250	12,89	Сужение потока ξ=0,25; 3 поворота 90° ξ=3х1,1=3,3; сужение потока при F_1/F_2=0,031/0,071=0,43 ξ=0,32; тройник на ответвление ξ=0,8	4,37	23,85	36,74
3	248	2	3	200	1,36	Поворот 90° ξ=1,1; решетка (выход) ξ=1,8	2,9	15,83	17,19
Итого по ветви 2-3 Р=53,93									
4	1090	2,5	5	300	3,16	Сужение потока ξ=0,25; 2 поворота 90° ξ=2х1,1=2,2; тройник на ответвление ξ=0,8	3,25	17,74	20,9
5	720	2,5	3	300	1,14	Тройник на ответвление ξ=0,8	0,8	4,37	5,51
6	360	4	3	200	2,73	Поворот 90° ξ=1,1; сужение потока при F_1/F_2=0,031/0,071=0,43 ξ=0,32; решетка (выход) ξ=1,8	3,22	17,58	20,31
Итого по ветви 4-6 Р=46,72									

Определив общие потери давления на всех участках рассчитываемой сети воздуховодов, необходимо гидравлически увязать ветви воздуховодов, выходящих из воздухораспределительного короба, т.е. приравнять к общему сопротивлению. Выбираем ветвь с большим сопротивлением и к ней приравниваем другие, менее нагруженные ветви с помощью диафрагм, которые устанавливают в воздуховодах. Для нашего примера самая нагруженная ветвь – это участок 2–3 с потерей давления P = 53,93 Па. Ветвь 4–6 имеет потерю давления P = 46,72 Па. Для компенсации избыточного давления в воздуховоде диаметром 300 мм при скорости воздуха в нем 5 м/с находим

$P_{изб}$ = 53,93 – 46,72 = 7,21 Па. Определяем скоростное давление в воздуховоде $P_Д$ = 12,75 Па при скорости V = 5 м/с. Вычисляем коэффициент местного сопротивления диафрагмы, необходимый для компенсации давления 7,21 Па.

$$\kappa = \frac{P_{изб}}{P_Д} = \frac{7{,}21}{12{,}75} = 0{,}56.$$

Необходимый размер отверстия диафрагмы составляет 0,88 · 300 = 264 мм.

Аналогично для ветви 1. $P_{изб}$ = 53,93 – 40,93 = 13 Па; $P_Д$ = 4,6 Па; $\kappa = \frac{13}{4{,}6} = 2{,}8$. Необходимый размер отверстия диафрагмы составляет 0,7 · 250 = 175 мм.

4.5.10 Разработка системы кондиционирования группы административных помещений на базе чиллер-фанкойлов

Исходные данные: административные помещения (6 комнат) общей площадью 150 м^2, высота помещения h = 3 м. В помещениях есть возможность естественного проветривания (путем открывания-закрывания окон).

Фасад здания выходит на центральную улицу, и установка на фасаде наружных блоков сплит-систем не разрешается.

Для создания комфортных условий в данном случае самым оптимальным решением кондиционирования воздуха является система «чиллер-фанкойлы». Чиллер (холодильная машина) устанавливается на крыше здания, фанкойлы (доводчики) устанавливаются под потолком каждого помещения.

Для обеспечения системы горячей водой (40–45 °С) не только в летний, но и в переходный период времени, когда еще не функционирует система отопления, остановим свой выбор на чиллере с «тепловым насосом» типа WRAN фирмы *CLIVET*. Такой режим работы «тепло-холод» возможен за счет использования реверсивного холодильного контура (теплового насоса) с высокой энергетической эффективностью.

Внутренние блоки (фанкойлы) и наружный блок (чиллер) соединены между собой стальными водогазопроводными трубопроводами, которые необходимо заизолировать, чтобы избежать выпадения конденсата на стенках труб, когда по ним будет циркулировать хладоноситель (вода). Параметры хладоносителя принимаются $t_{подающ.}$ = 5–8 °С, $t_{обрат.}$ = 10–13 °С (при работе системы в режиме охлаждения). Принимаем $t_{подающ.}$ = 7 °С, $t_{обрат.}$ = 12 °С. Каждый фанкойл имеет поддон для сбора конденсата, от которого отводится дренажный трубопровод. Все дренажные трубопроводы соединены общим коллектором и подключены к существующей системе канализации. Для прокладки дренажного трубопровода необходимо обеспечить уклон 10 мм на 1 м длины.

Для обеспечения циркуляции хладоносителя в системе устанавливается насосная станция.

Насосные станции фирмы *CLIVET* включают автоматику и всю необходимую технологическую обвязку. Они готовы к работе сразу же после подключения их к электрической и гидравлической системам.

Для определения типоразмеров входящего в систему кондиционирования оборудования следует произвести соответствующие расчеты.

Расчет тепловой нагрузки фанкойлов ведется на основании полученных данных о наличии в каждом помещении людей, оргтехники и других источников выделения тепла. Принимаем среднее значение тепловой нагрузки 35 Вт/м^3.

Определяем по каждому помещению общее количество теплоизбытков и выбираем по холодопроизводительности модели фанкойлов. Размещение оборудования показано на рисунке 4.17. Данные расчета и подбора фанкойлов приведены в таблице 4.42.

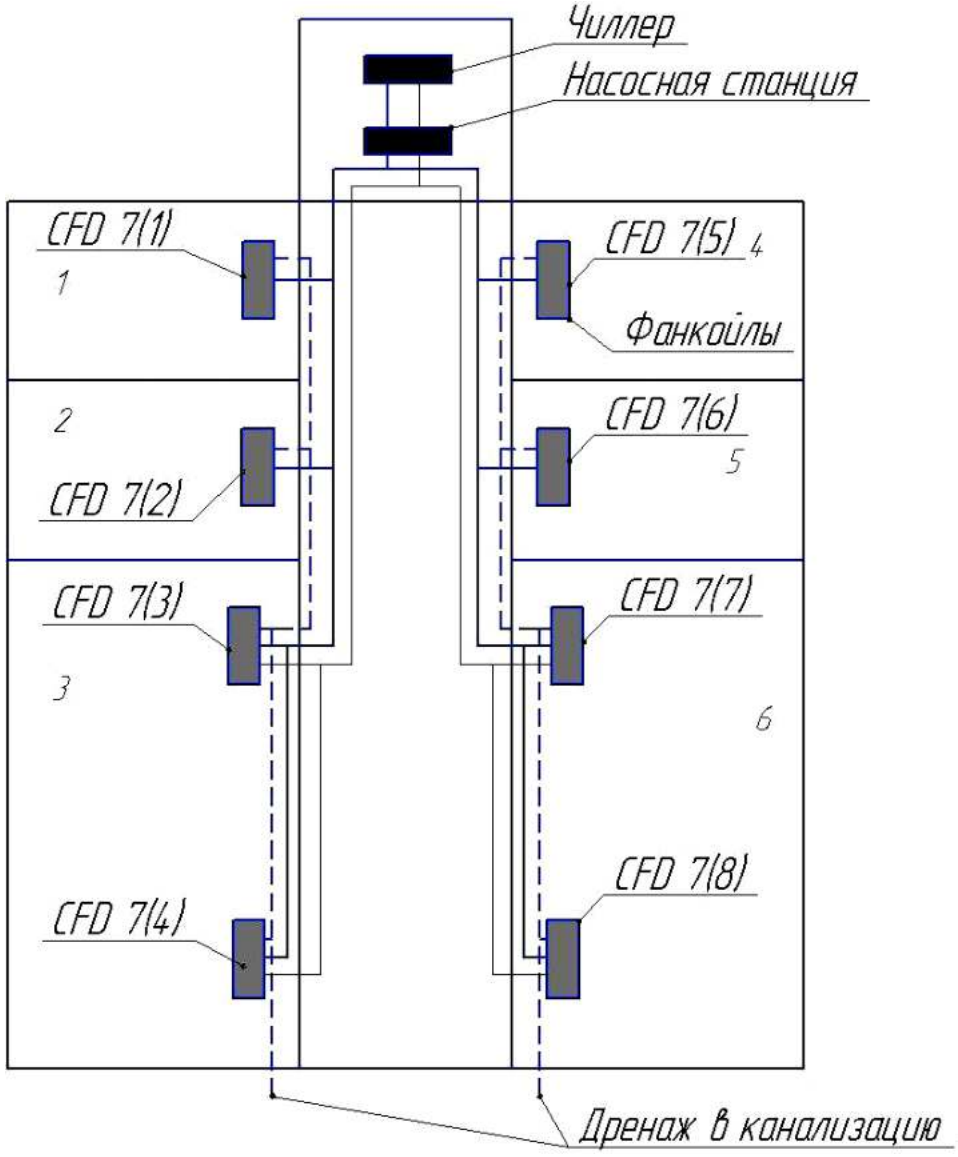


Рисунок 4.17 – Система кондиционирования административных помещений на базе чиллер-фанкойлов

Таблица 4.42 – Данные расчета и подбора фанкойлов

№ по плану	Объем *V*, м^3	Кол-во людей в помещ., чел.	Кол-во орг-техники, шт.	Общее кол-во теплоизбытков, кВт	Модель выбранного оборудования и его характеристики
1	36	2	1	1760	CFD 7 Холод-2,2 кВт Тепло-4,7 кВт
2	36	2	2	2060	CFD 7 Холод-2,2 кВт Тепло-4,7 кВт
3	90	5	2	4250 (на два фанкойла)	CFD 7 Холод-2,2 кВт Тепло-4,7 кВт
4	36	2	1	1760	CFD 7 Холод-2,2 кВт Тепло-4,7 кВт
5	36	2	2	2060	CFD 7 Холод-2,2 кВт Тепло-4,7 кВт
6	90	5	2	4250 (на два фанкойла)	CFD 7 Холод-2,2 кВт Тепло-4,7 кВт
Суммарная холодопроизводительность всех фанкойлов					17,6 кВт

Исходя из суммарной холодопроизводительности всех фанкойлов (18,6 кВт), по каталогу фирмы *CLIVET* подбираем чиллер (с ближайшей большей холодопроизводительностью) – WRAN 91 (холод = 20,6 кВт, тепло = 23,1 кВт).

Выбор чиллера с «тепловым насосом» позволяет использовать систему кондиционирования в режиме обогрева в переходный период года, когда система отопления еще не включена.

На основании проведенного расчета теплоизбытков определены:

Тепловая нагрузка всей системы составляет 17,6 кВт.

Теплоноситель – вода с параметрами 7–12 °С.

Трубы стальные, водогазопроводные.

Чиллер WRAN 91 холодопроизводительностью 20,6 кВт без встроенного насосного контура.

Фанкойлы – согласно таблице 4.42.

Произведем гидравлический расчет системы.

Целью гидравлического расчета является определение диаметров трубопроводов каждого участка системы и подбор насосной станции для устойчивой работы водяного контура.

Если используется чиллер со встроенной насосной станцией (гидравлическим контуром), то необходимо определить, достаточно ли его давления для нормальной работы системы.

Если используется чиллер без встроенной насосной станции (гидравлического контура), то по данным гидравлического расчета подбирается необходимая насосная станция.

В соответствии с планами помещений выполняется аксонометрическая схема системы «чиллер-фанкойлы», обозначаются номера участков и определяются их длины (рисунок 4.18).

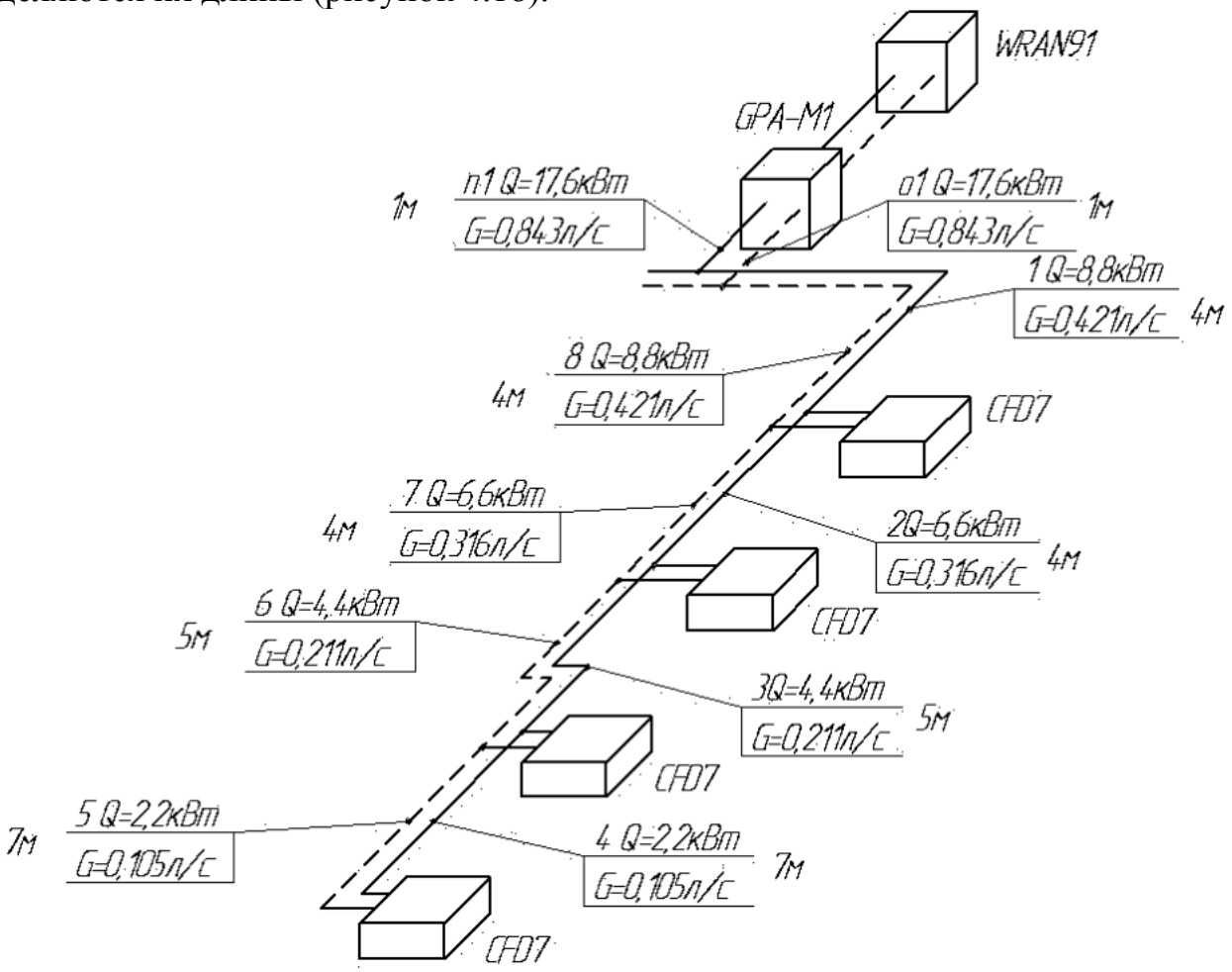


Рисунок 4.18 – Расчетная схема гидравлической сети

Так как в нашем примере рассматривается два параллельных участка, то произведем расчет для одного из них. Для другого расчет будет аналогичный.

Расчет потерь давления должен быть произведен для наиболее удаленного фанкойла. В данном случае это фанкойл CFD 7 (4 или 8). Потери давления складываются из потерь по длине и потерь на местные сопротивления. Потери на местные сопротивления могут быть приняты равными 30% от величины потерь по длине.

Рассмотрим методику гидравлического расчета на примере участка № 1 (рисунок 4.18).

Участок № 1 – это участок между ответвлением и первым по ходу воды фанкойлом. Его нагрузка – половина общей нагрузки системы:

$Q_1 = 17,6 / 2 = 8,8$ кВт или

$Q'_1 = 8,8 : 1,16 \cdot 1000 = 7586$ ккал/ч.

Температурный перепад воды на входе и выходе из фанкойла составляет $\Delta t = 5$ °С. Таким образом, можно вычислить расход воды на участке № 1:

$$G_1 = \frac{Q'_1}{C \cdot \Delta t} = \frac{7586}{1 \cdot 5} = 1517,2 \text{ кг/ч (1,52 м}^3\text{/ч; 0,421 л/с),}$$

где C – теплоемкость воды, равная 1 ккал/кг · С°.

Потери давления на трение Δp определяются по формуле

$$\Delta p = \frac{\lambda \cdot v^2 \cdot \rho}{2 \cdot d} \cdot \ell, \text{ Па,}$$

где ρ – плотность воды, *кг/м*^{3}. ρ*=1000 кг/м*^{3};

d – диаметр трубопровода, м;

v – скорость движения воды, м/с;

ℓ – длина участка, м;

λ – коэффициент трения стальных труб.

Диаметр трубопровода принимается в зависимости от расхода на данном участке. Для расхода G_1*=0,421* л/с принимаем диаметр d*=0,025* м.

Скорость движения воды (расход подставляем в м^3/ч)

$$v = 0,354 \cdot \frac{G}{\rho \cdot d^2} = 0,354 \cdot \frac{0,421 \cdot 0,001 \cdot 3600}{1000 \cdot 0,025^2} = 0,86 \text{ м/с.}$$

Коэффициент трения стальных труб

$$\lambda = \frac{0,014}{\sqrt[4]{d}} = \frac{0,014}{\sqrt[4]{0,025}} = 0,035.$$

Произведем вычисление при длине участка 4 м:

$$\Delta p_1 = \frac{0,035 \cdot 0,86^2 \cdot 1000}{2 \cdot 0,025} \cdot 4 = 2080,1 \text{ Па.}$$

Гидравлический расчет системы кондиционирования представим в виде таблицы 4.43.

Потери давления на местные сопротивления принимаем в размере 30% от потерь на трение.

Гидравлическое сопротивление фанкойла – 16 кПа (таблица 5.11 [16]).

Таблица 4.43 – Гидравлический расчет системы кондиционирования

Номер участка	*Q1*, кВт	*Q1*, ккал/ч	*G1*, м^3/ч	*G1*, л/с	*d*, м	*v*, м/с	λ	ℓ, м	Δp, Па
п1	17,6	15172,4	3,03	0,84	0,032	1,05	0,033	1	569,2
1	8,8	7586,2	1,52	0,42	0,025	0,86	0,035	4	2080,1
2	6,6	5689,7	1,14	0,32	0,02	1,01	0,037	4	3775,6
3	4,4	3793,1	0,76	0,21	0,02	0,67	0,037	5	2097,6
4	2,2	1896,6	0,38	0,11	0,015	0,60	0,040	7	3324,4
фанкойл									16000
5	2,2	1896,6	0,38	0,11	0,015	0,60	0,040	7	3324,4
6	4,4	3793,1	0,76	0,21	0,02	0,67	0,037	5	2097,6
7	6,6	5689,7	1,14	0,32	0,02	1,01	0,037	4	3775,6
8	8,8	7586,2	1,52	0,42	0,025	0,86	0,035	4	2080,1
о1	17,6	15172,4	3,03	0,84	0,032	1,05	0,033	1	569,2
чиллер									27000
сумма									66693,8

Зная расход воды (общий) и выбранную марку чиллера, сопротивление теплообменника в самом чиллере можно определить по диаграмме (рисунок 4.19). В данном примере гидравлическое сопротивление теплообменника составляет 27 кПа. После сложения сопротивлений всех участков получаем общие потери давления в системе; прибавляем 30% − запас на местные сопротивления − и получаем необходимое давление, которое должна развивать насосная станция $\Delta p_н > 86701{,}9$ кПа.

$$\Sigma P = \Delta p + 30\%\,(\Delta p) = 66693{,}8 + 0{,}3 \cdot 66693{,}8 = 86701{,}9 \text{ Па}.$$

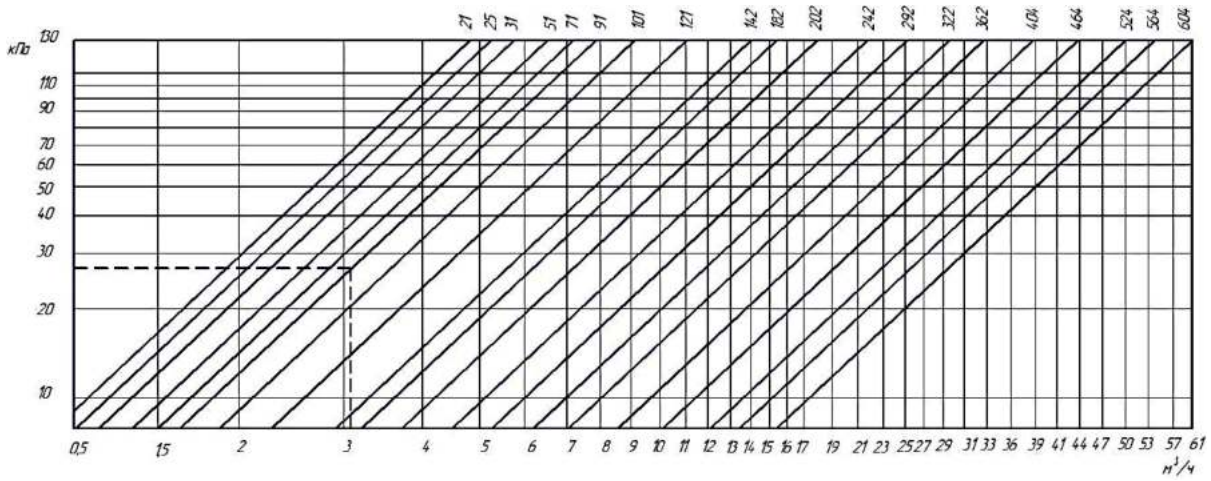


Рисунок 4.19 – Диаграмма для определения сопротивления теплобменника чиллеров

По диаграмме (рисунок 4.20) определяем марку насосной станции GPA-M1, которая развивает давление в сети 145 кПа, то есть больше, чем 86,7 кПа.

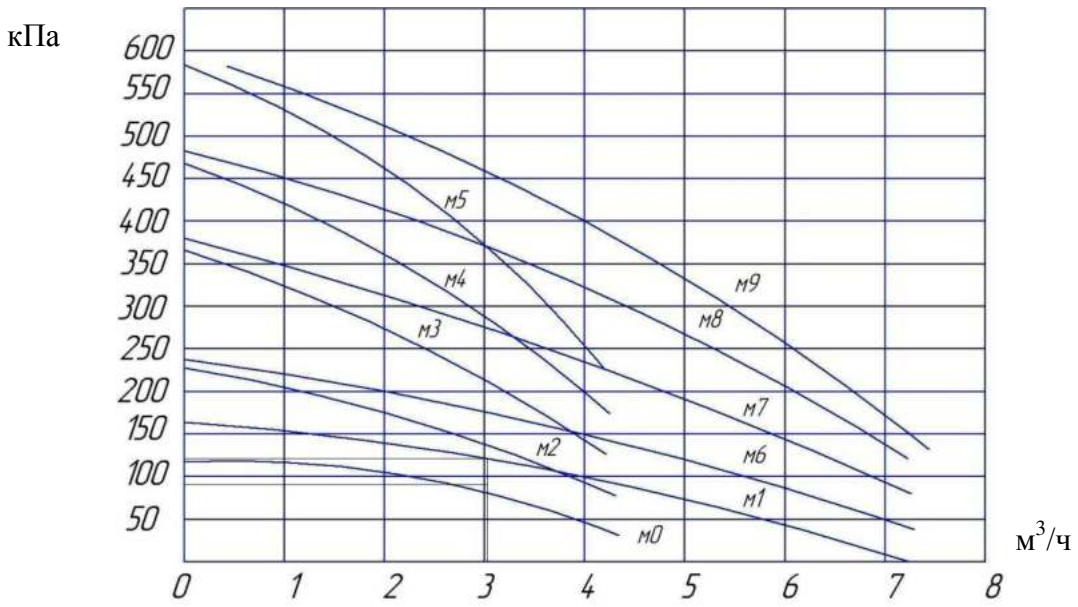


Рисунок 4.20 – Диаграмма для выбора насосной станции

Объем жидкости в системе определим как

$$Vж = \sum_{i=1}^{n} \frac{\pi \cdot d_i^{\,2}}{4} \cdot \ell_i, \text{м}^3,$$

где d_i, ℓ_i – диаметр и длина i-го участка трубопроводов, м;

n – число участков.

Объем составит

$$V_{ж} = 0{,}014 \text{ м}^3 = 14 \text{ л}.$$

Определим емкость аккумулирующего бака:

$$V_{АБ} = \frac{(8{,}65 \cdot 23{,}1 - 0{,}21 \cdot 450 - 1{,}2 \cdot 14)}{1} = 122 \text{ л}.$$

Для станции GPA-M1 емкость аккумулирующего бака составляет 65 л (таблица 5.6 [16]), поэтому принимаем станцию большей мощности GPA-M5 с $V_{АБ}$=150 л (таблица 5.6 [16]).

Максимальный объем жидкости

$$V=14+150=164 \text{ м}^3.$$

Допустимый объем жидкости в системе составляет 302 л (таблица 5.8 [16]).

$$302>164.$$

Условия выполняются.

4.5.11 Выбор шкафного кондиционера для производственного помещения

Рассчитать воздухообмен для поддержания микроклимата производственного помещения в летний период. Подобрать оборудование.

Исходные данные: Размеры 10×6×4 м. Все стены выходят наружу. Стены из глиняного кирпича толщиной 380 мм, штукатурка из цементно-песчаного раствора толщиной 10 мм, полы состоят из песчано-цементного раствора толщиной 20 мм, бетона на гравии толщиной 270 мм, перекрытие выходит на отапливаемый второй этаж. Окно с двойным остеклением с металлическими переплетами выходят на юг, широта 50 град. Площадь окна 2×3=6 м^2. Окно имеет специальное резиновое уплотнение. Количество работающих – 8 человек. Работа средней тяжести. Наружная скорость ветра 3 м/с. Дверь металлическая без уплотнения, размером 2×1 м. Наружная летняя температура $t_{л.н}$=*31* °С. Энтальпия 61,4 кДж/кг. Светильники с люминесцентными лампами типа ЛСП18 1×40 – 6 шт. Мощность электродвигателя 1,1 кВт. Нагревательных приборов нет.

1. Определение тепловыделений

Потери тепла от солнечной радиации определим по таблице 4.25 $Q_{рад.}=186 \cdot 6 = 1116$ Вт.

С учетом поправочного коэффициента (таблица 4.26)
$Q_{рад.}=1116 \cdot 1,15=1283,4$ Вт.

Инфильтрация через щели двери

$$M = \Sigma(a \cdot m \cdot l) = 2 \cdot 5,85 \cdot 6 = 70,2 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где a =*2* для двери (таблица 4.27).
m = *5,85* (таблица 4.28);
l = *6* м для двери.

Расход тепла на подогрев воздуха, поступающего за счет инфильтрации через дверь:

$$Q_{инф} = \frac{M \cdot c_в \cdot (t_в - t_н)}{3600} = \frac{70,2 \cdot 1000 \cdot (19 - 31))}{3600} = -234 \text{ Вт},$$

где $t_в$=*19* °С – для работы средней тяжести (таблица 4.25).

Знак минус показывает, что подогрев наружного воздуха не требуется, а требуется его охлаждение.

Теплопоступления от ламп

$$Q_{осв} = N_{осв.} \cdot \eta = 0,6 \cdot 6 \cdot 40 = 144 \text{ Вт}.$$

Теплопоступления от электродвигателя

$$P_Э = N_Э \cdot \eta = 1100 \cdot 0{,}4 = 440 \text{ Вт.}$$

Площадь стен $F=10\times4\times2+6\times4\times2-6-2=120$ м^2.
Потери через стены

$$P_{НАР} = \frac{1}{0{,}115 + \frac{0{,}38}{0{,}81} + \frac{0{,}01}{0{,}93} + 0{,}043} \cdot 120 \cdot (19-31) = -2257 Вт.$$

Потери через окно

$$P_{ОК} = \frac{1}{0{,}345} \cdot 6 \cdot (19-31) = -209 Вт.$$

Потери через двери

$$P_{ДВ} = \frac{1}{0{,}378} \cdot 2 \cdot (19-31) = -63 Вт.$$

Площадь пола $F_1=10\times6=60$ м^2.
Потери через полы

$$P_{П} = \frac{1}{2{,}15 + \frac{0{,}02}{0{,}93} + \frac{0{,}27}{1{,}45}} \cdot 60 \cdot (19-31) = -305 Вт.$$

Суммарные выделения теплоты

$$Q = 1283{,}4 + 144 + 440 + 234 + 2257 + 209 + 63 + 305 = 4935{,}4 Вт = 4244 \text{ ккал/ч.}$$

2. Определение влаговыделений
Общее количество влаги, поступающей в помещение от людей:

$$W=0{,}14 \cdot 8 = 1{,}12 \text{ кг/ч,}$$

где $d = 0{,}14$ кг/ч (таблица 4.31).
Увеличение влаги воздуха в помещении от инфильтрации

$$W_{инф} = G \cdot (d_н - d_в) = 70{,}2 \cdot (0{,}0118 - 0{,}0084) = 0{,}238 \text{ кг/ч.}$$

где $d_Н = 11{,}8$ г/кг $=0{,}0118$ кг/кг; $d_В = 8{,}4$ г/кг $=0{,}0084$ кг/кг для $\varphi = 60\%$ (рисунок 4.14).

Баланс влаги в помещении

$$W_{вл} = 1{,}12 + 0{,}238 = 1{,}358 \text{ кг/ч.}$$

3. Расчет воздухообмена

Температуру воздуха, поступающего в помещение, принимаем $t_П = 17$ ºС – приточные отверстия располагаем на высоте до 3 м.

Направление процесса ассимиляции в помещении тепла и влаги характеризуется тепловлажностным отношением ε (кДж/кг), рассчитываемым по формуле

$$\varepsilon = \frac{Q}{W_{вл}} = \frac{4244}{1{,}358} \cdot 4{,}187 = 13086 \text{ кДж/кг.}$$

На I-d-диаграмме проводим линию процесса ассимиляции и определяем значения $\Delta d_{р.з.} = 8{,}4 - 8{,}19 = 0{,}21$ г/кг и $\Delta I_{р.з} = 40 - 37{,}25 = 2{,}75$ кДж/кг (рисунок 4.21).

Определим воздухообмен

$$L = \frac{Q}{\Delta I_{Р.З.}} = \frac{4244 \cdot 4{,}187}{2{,}75} = 6461 \text{ м}^3\text{/ч,}$$

или

$$L = \frac{W_{В.Л.}}{\Delta d_{Р.З.}} = \frac{1358}{0{,}21} = 6461 \text{ м}^3\text{/ч,}$$

4. Расчет воздухоохладителя

Исходные данные:

Начальная $t_Н = +31$ °С и конечная температура воздуха $t_К = +17$ °С (рисунок 4.21) $L = 6461$ м^3/ч.

Расход холода

$$Q_Х = \rho \cdot c_в \cdot L \cdot (t_Н - t_К) = 1{,}2 \cdot 1 \cdot 6461 \cdot (31 - 17) = 108545 кДж/ч = 25942 ккал/ч = 30092 \text{ Вт.}$$

Принимаем шкафной кондиционер типа CAR-101. Производительность по холоду 32900Вт, производительность по воздуху 6800,4 м^3/ч.

На рисунках 4.22–4.27 показаны системы кондиционирования для различных типов кондиционеров.

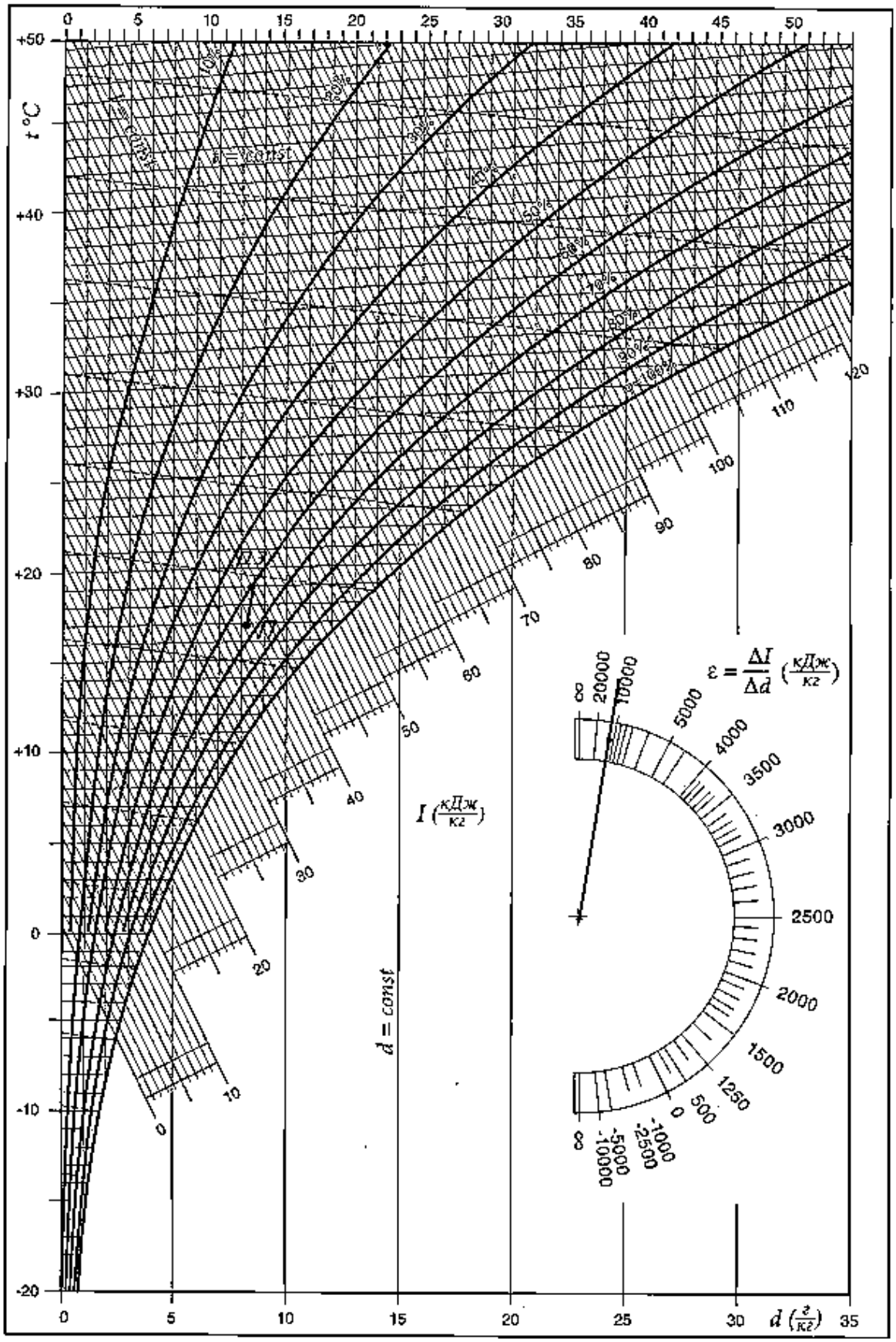
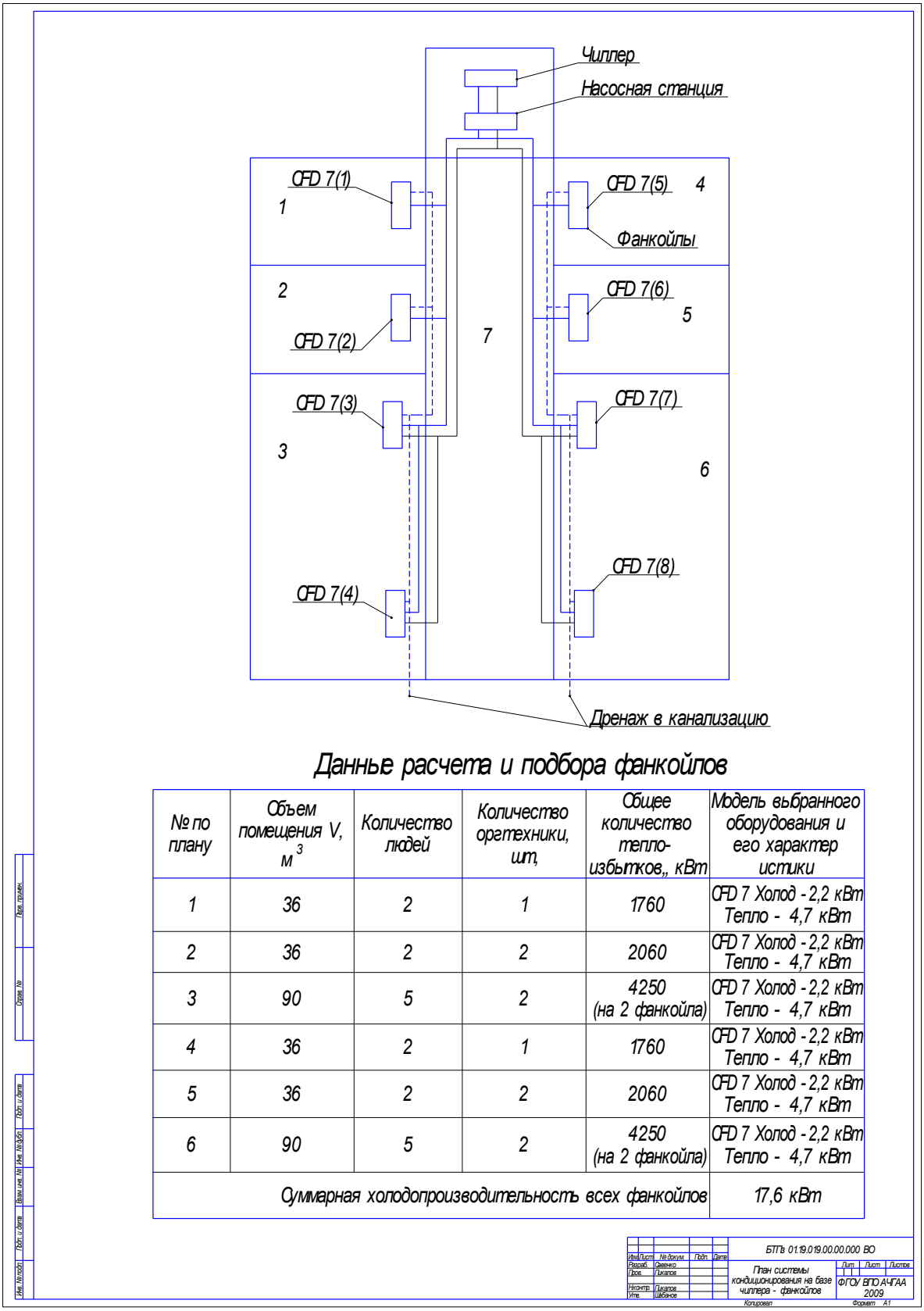


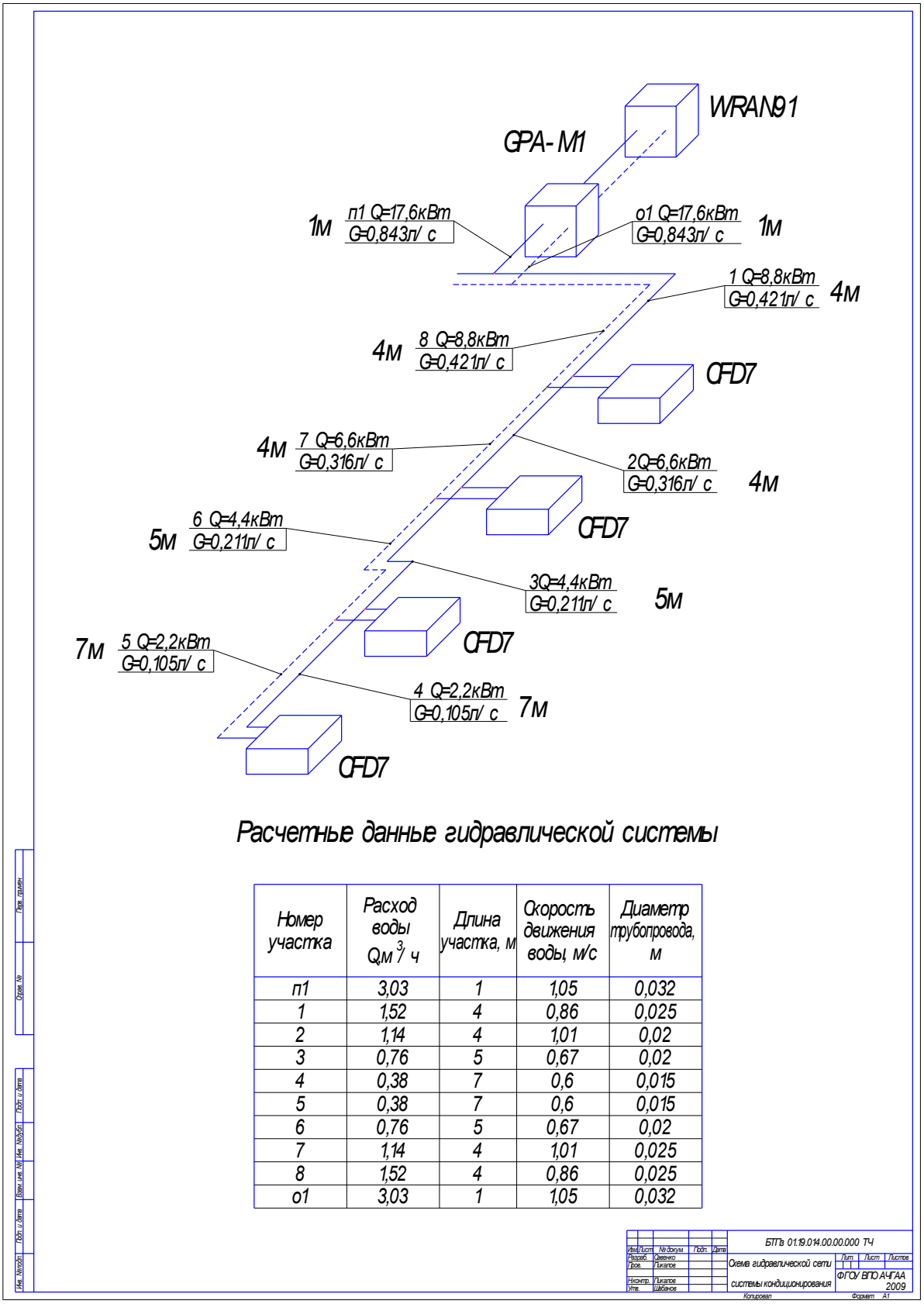
Рисунок 4.21 – Определение воздухообмена по *I-d*-диаграмме



Данные расчета и подбора фанкойлов

№ по плану	Объем помещения V, м^3	Количество людей	Количество оргтехники, шт.	Общее количество тепло-избытков,, кВт	Модель выбранного оборудования и его характеристики
1	36	2	1	1760	CFD 7 Холод - 2,2 кВт Тепло - 4,7 кВт
2	36	2	2	2060	CFD 7 Холод - 2,2 кВт Тепло - 4,7 кВт
3	90	5	2	4250 (на 2 фанкойла)	CFD 7 Холод - 2,2 кВт Тепло - 4,7 кВт
4	36	2	1	1760	CFD 7 Холод - 2,2 кВт Тепло - 4,7 кВт
5	36	2	2	2060	CFD 7 Холод - 2,2 кВт Тепло - 4,7 кВт
6	90	5	2	4250 (на 2 фанкойла)	CFD 7 Холод - 2,2 кВт Тепло - 4,7 кВт
Суммарная холодопроизводительность всех фанкойлов					17,6 кВт

Рисунок 4.22 – Система кондиционирования административного корпуса на базе системы чиллер-фанкойлов



Расчетные данные гидравлической системы

Номер участка	Расход воды $Q, м^3/ч$	Длина участка, м	Скорость движения воды, м/с	Диаметр трубопровода, м
п1	3,03	1	1,05	0,032
1	1,52	4	0,86	0,025
2	1,14	4	1,01	0,02
3	0,76	5	0,67	0,02
4	0,38	7	0,6	0,015
5	0,38	7	0,6	0,015
6	0,76	5	0,67	0,02
7	1,14	4	1,01	0,025
8	1,52	4	0,86	0,025
о1	3,03	1	1,05	0,032

Рисунок 4.23 – Расчетная схема гидравлической сети системы чиллер-фанкойлов

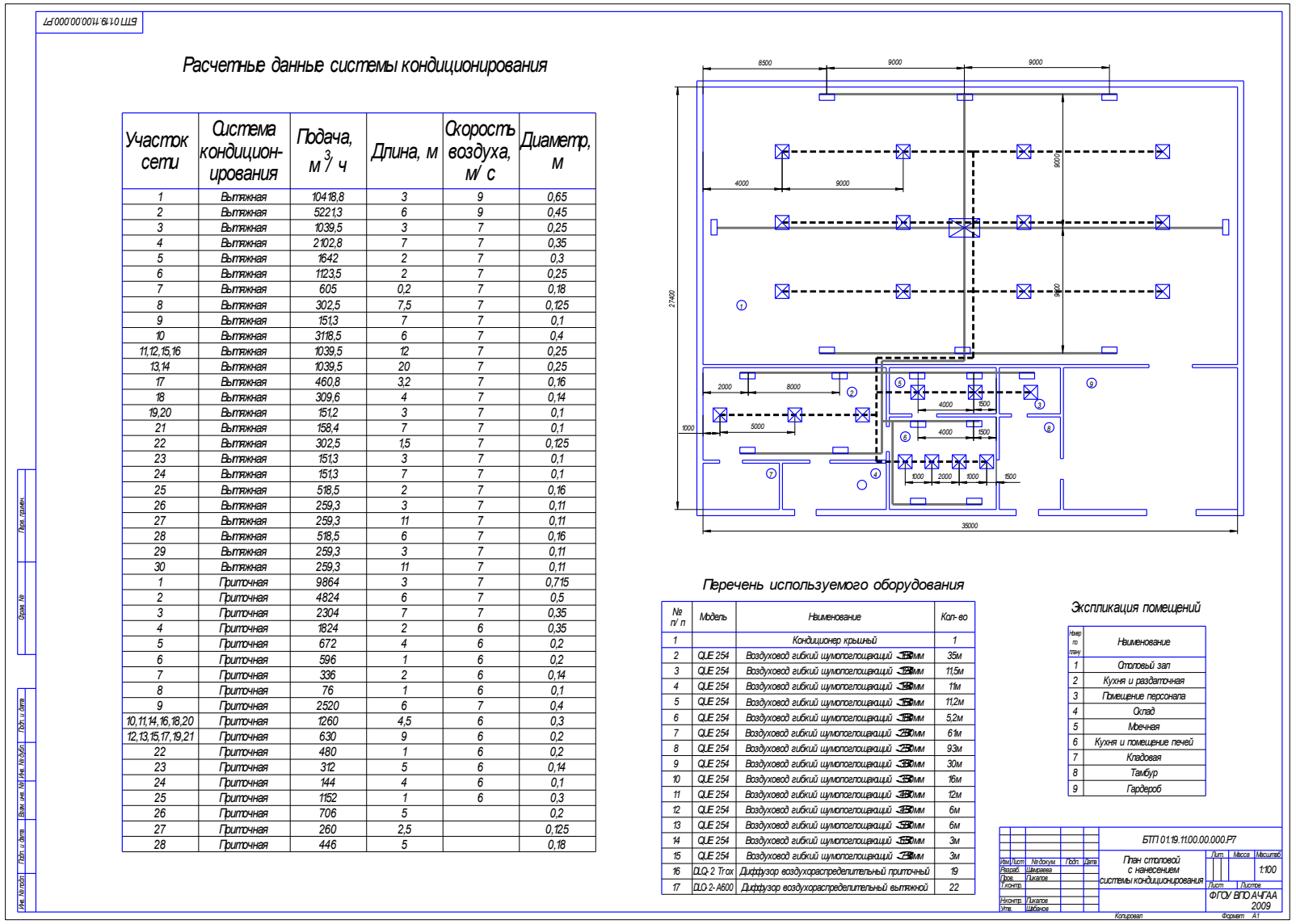


Рисунок 4.24 – Система кондиционирования столовой на базе крышного кондиционера

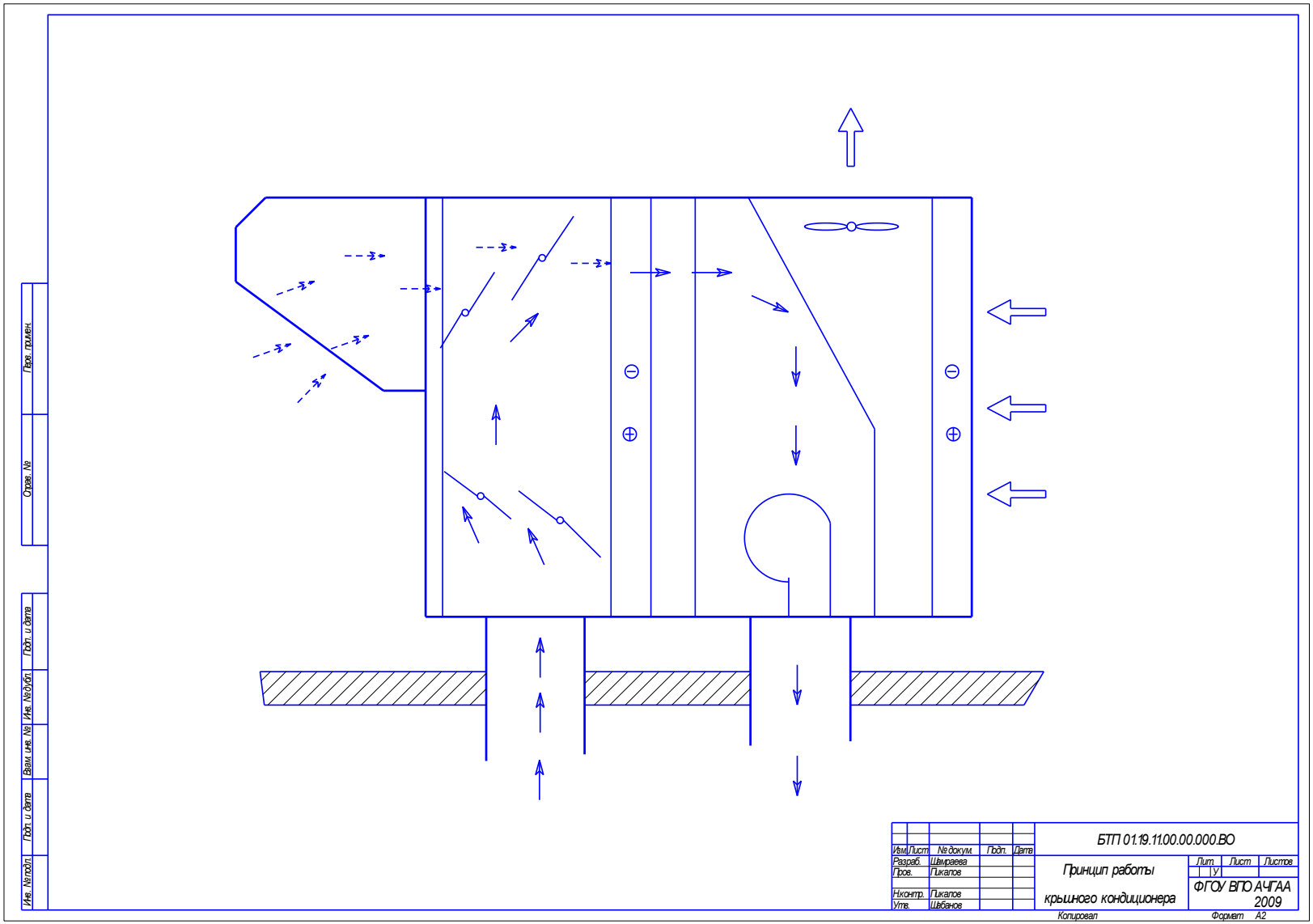


Рисунок 4.25 – Принцип работы крышного кондиционера

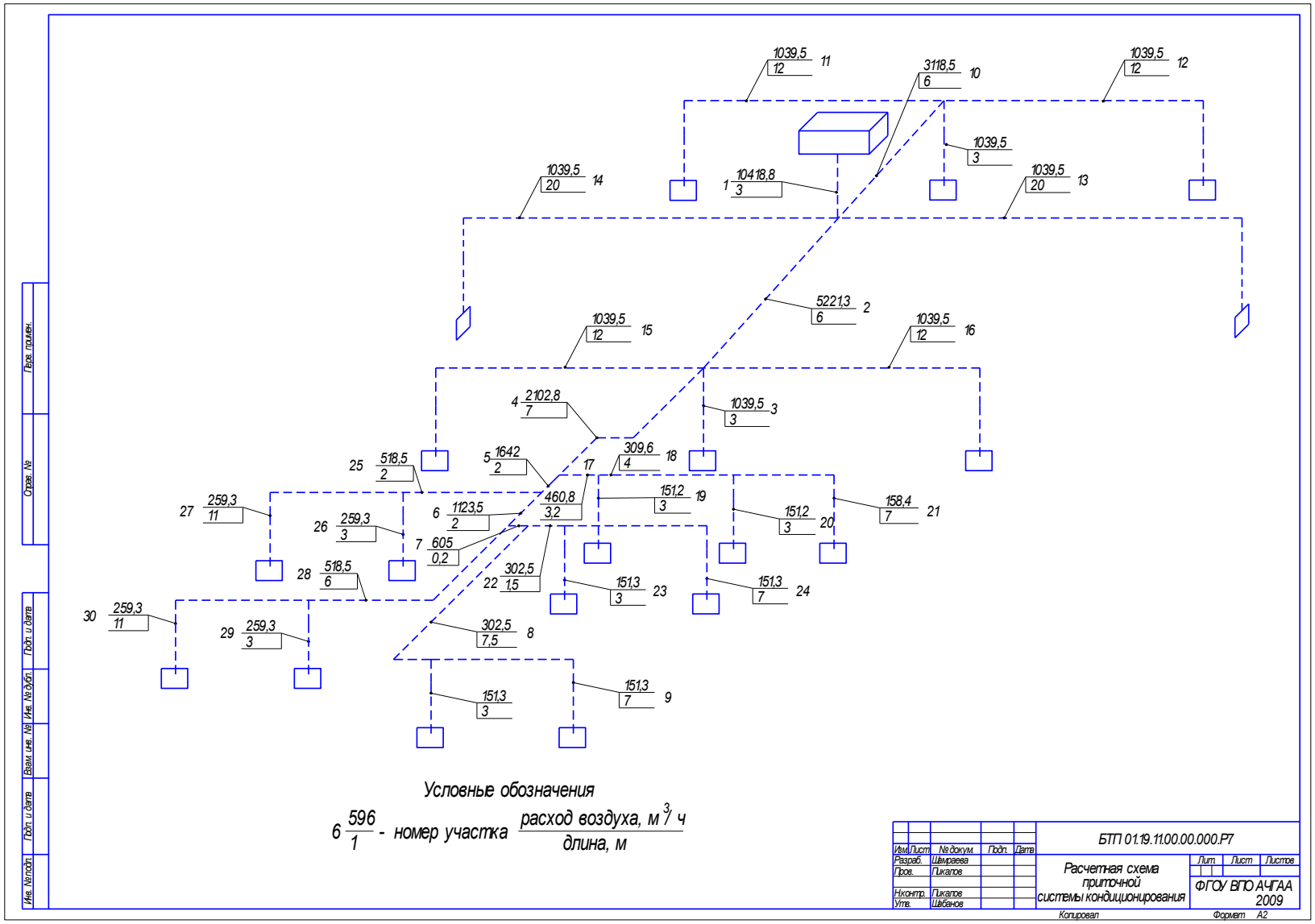


Рисунок 4.26 – Расчетная схема воздушной сети системы кондиционирования

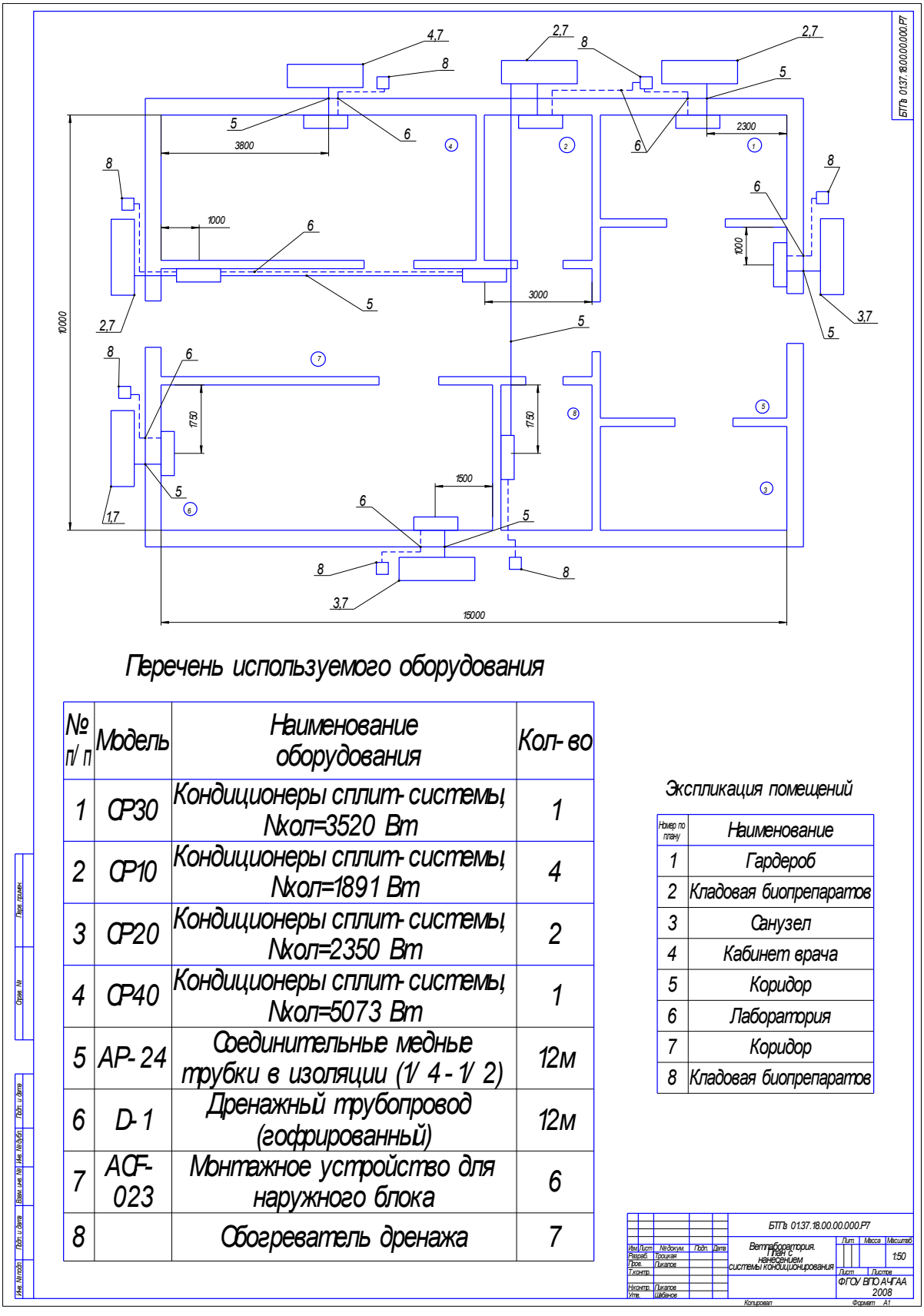


Рисунок 4.27 – Система кондиционирования ветлаборатории на базе сплит-системы

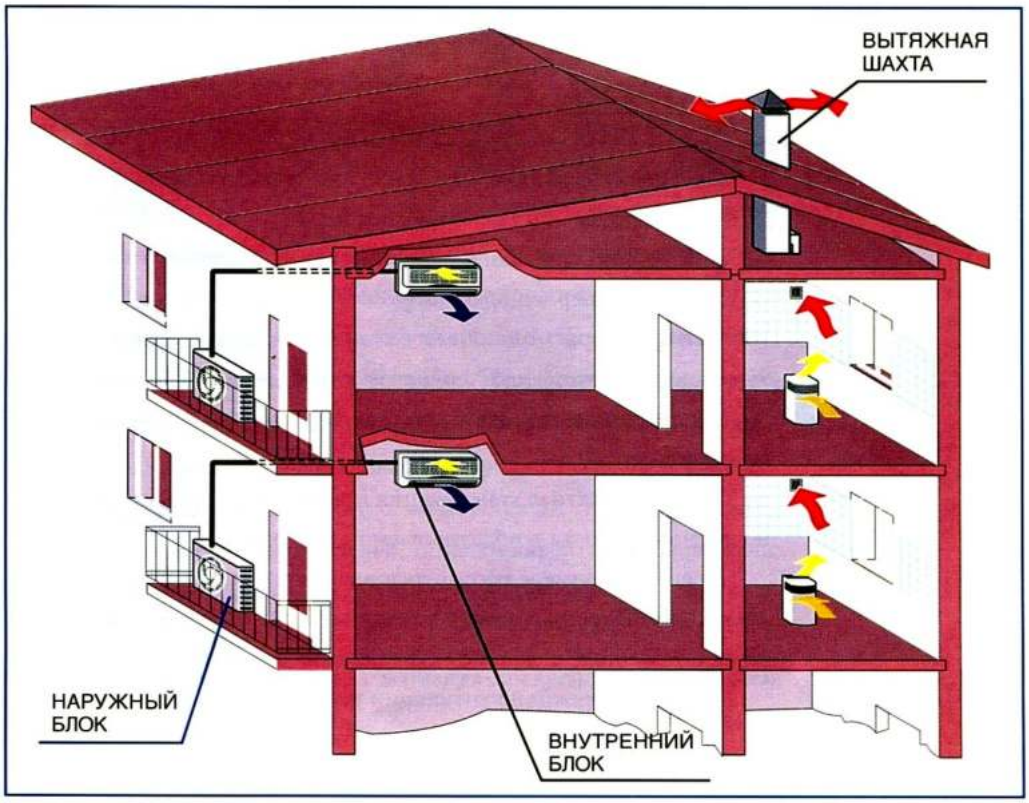


Рисунок 4.28 – Вариант размещения кондиционеров сплит-систем в помещениях административного корпуса

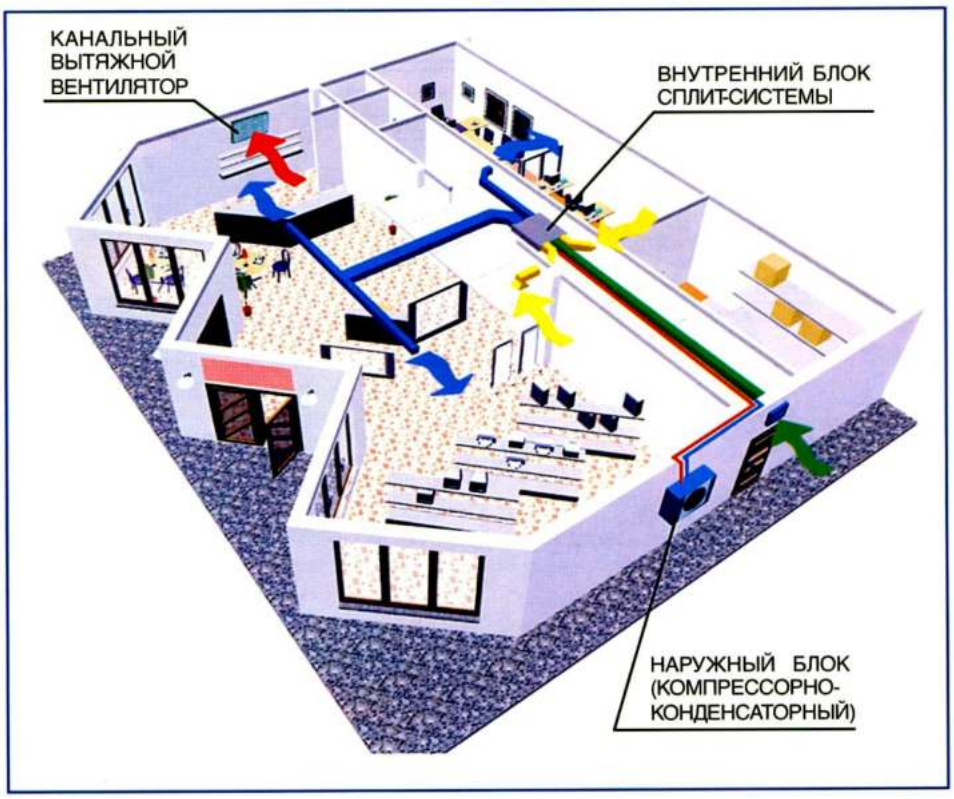


Рисунок 4.29 – Пример кондиционирования магазина с использованием сплит-системы с приточной вентиляцией

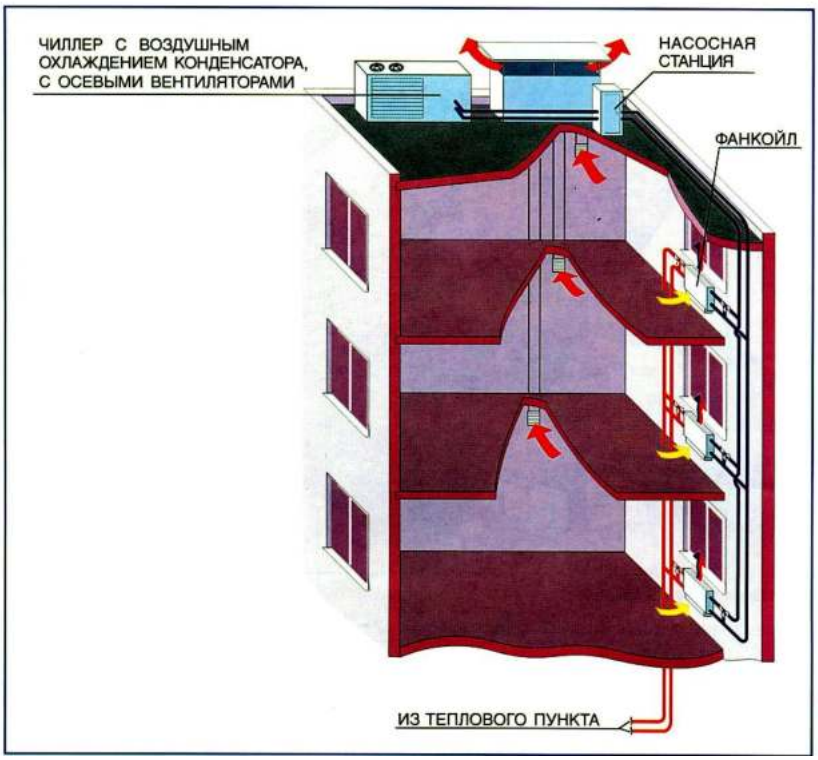


Рисунок 4.30 – Пример системы кондиционирования на базе «чиллер-фанкойлов», совмещенной с центральным отоплением и системой естественной вентиляции помещений многоэтажного здания

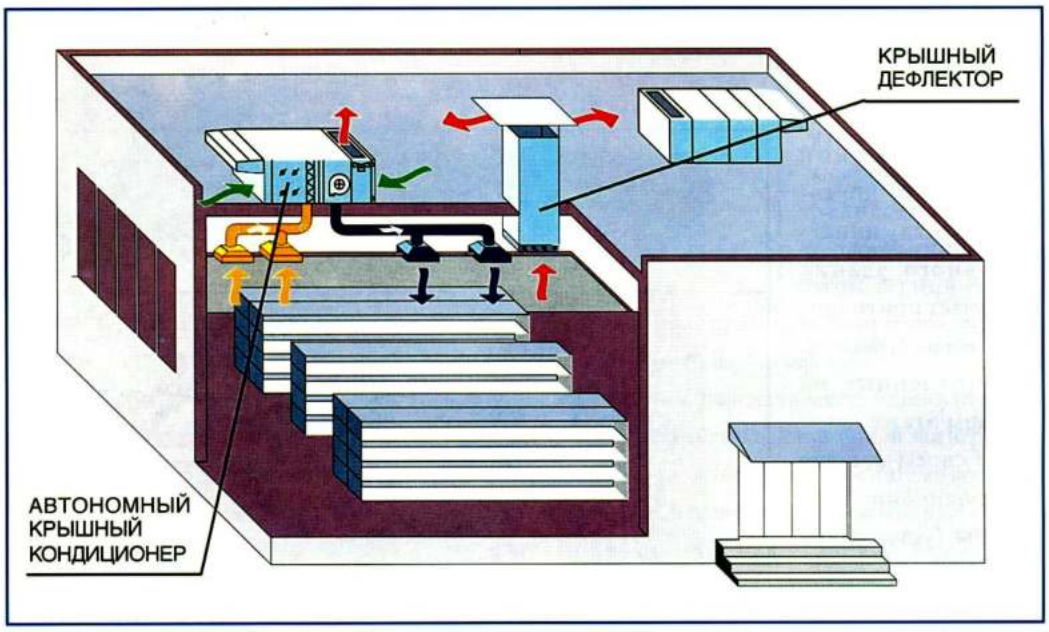


Рисунок 4.31 – Пример системы кондиционирования на базе крышных кондиционеров с системой естественной вентиляции технологического помещения

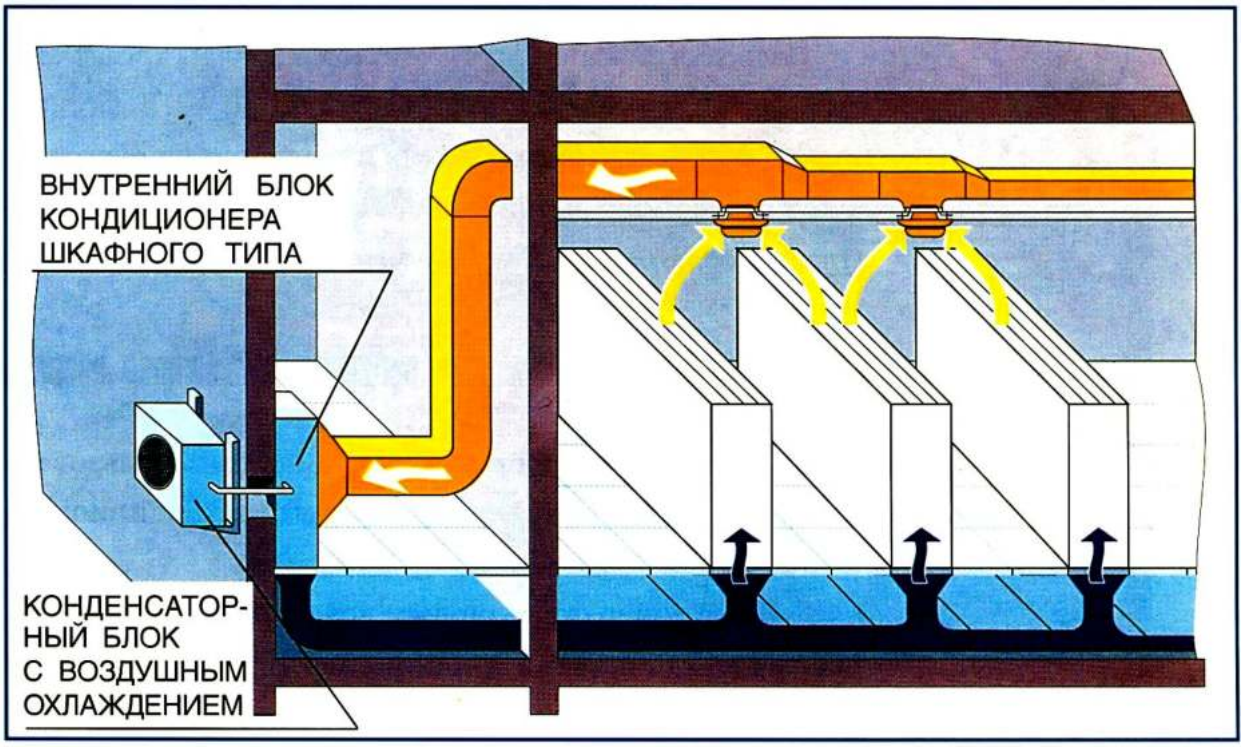


Рисунок 4.32 – Пример системы кондиционирования
технологического помещения
на базе прецизионного шкафного кондиционера

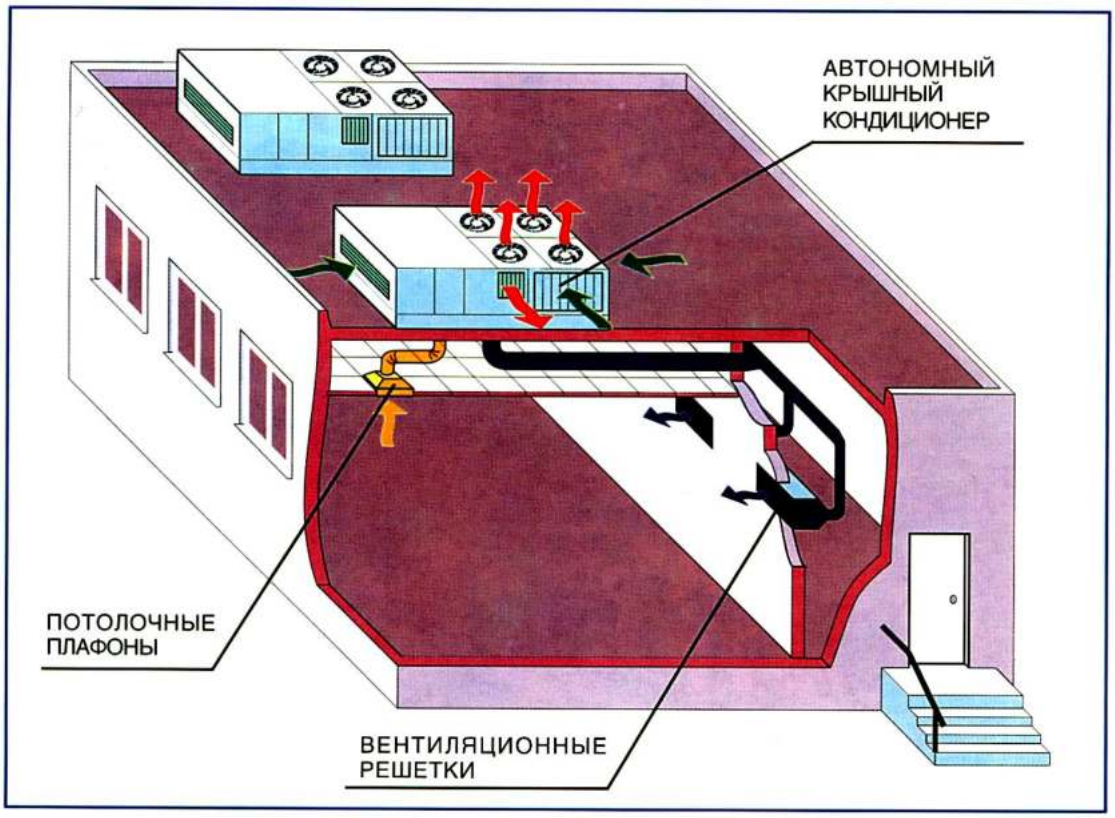


Рисунок 4.33 – Пример системы кондиционирования помещения
на базе крышных кондиционеров

5 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

5.1 Определение среднего уровня звука

Средний уровень звука по результатам нескольких измерений определяется как среднее арифметическое по формуле (5.1), если измеренные уровни отличаются не более чем на 7 дБА, и по формуле (5.2), если они отличаются более чем на 7 дБА:

$$L_{\text{ср}} = 1/n\ (L_1 + L_2 + L_3 + \cdots + L_n),\ \text{дБА}; \quad (5.1)$$

$$L_{\text{ср}} = 10\ \lg(10^{0,1L_1} + 10^{0,1L_2} + 10^{0,1L_3} + \cdots + 10^{0,1L_n}) - 10\ \lg n,\ \text{дБА}, \quad (5.2)$$

где $L_1,\ L_2, L_3, \ldots L_n$ – измеренные уровни, дБА;

n – число измерений.

Для вычисления среднего значения уровней звука по формуле (5.2) измеренные уровни необходимо просуммировать с использованием таблицы 5.1 и вычесть из этой суммы $10\ \lg n$, значение которых определяется по таблице 5.2, при этом формула (5.2) принимает вид:

$$L_{\text{ср}} = L_{\text{сум}} - 10\ \lg n. \quad (5.3)$$

Суммирование измеренных уровней $L_1,\ L_2, L_3, \ldots L_n$ производят попарно последовательно следующим образом. По разности двух уровней L_1 и L_2 по таблице 5.1 определяют добавку ΔL, которую прибавляют к большему уровню L_1, в результате чего получают уровень $L_{12} = L_1 + \Delta L$. Уровень L_{12} суммируется таким же образом с уровнем L_3 и получают уровень L_{123} и т.д. Окончательный результат $L_{\text{сум}}$ округляют до целого числа децибел.

Таблица 5.1 – Разность слагаемых уровней

Разность слагаемых уровней $L_1 - L_3$, дБ $(L_{1i}L_3)$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10
ΔL, прибавляемая к большему из уровней L_1, дБ	3	2,5	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,4

При равных слагаемых уровнях, т.е. при $L_1 = L_2 = L_3 = \cdots = L_n = L$, $L_{\text{сум}}$ можно определять по формуле

$$L_{\text{сум}} = L + 10\ \lg n. \quad (5.4)$$

В таблице 5.2 приведены значения $10\ \lg n$ в зависимости от n.

Таблица 5.2 – Значения $10\lg n$ в зависимости от n

Число уровней или источников n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	50	100
$10\lg n$, дБ	0	3	5	6	7	8	9	10	13	15	17	20

Пример: Необходимо определить среднее значение для измеренных уровней звука 84, 90, и 92 дБА.

Решение

Складываем первые два уровня 84 и 90 дБА; их разности 6 дБ соответствует добавка по таблице 5.1, равная 1 дБ, т.е. их сумма равна 90+1=91 дБА.

Затем складываем полученный уровень 91 дБА с оставшимся уровнем 92 дБА; их разности 1 дБ соответствует добавка 2,5 дБ, т.е. суммарный уровень равен 92+2,5= 94,5 дБА или округленно получаем 95 дБА.

По таблице 5.2 величина $10\lg n$ для трех уровней равна 5 дБ, поэтому получаем окончательный результат для среднего значения, равный 95–5= 90 дБА.

5.2 Расчет эквивалентного уровня звука

Эквивалентный уровень звука $L_{\text{Аэкв}}$, дБА следует определять по таблицам 5.3–5.5, составленным на основе формулы

$$L_{\text{Аэкв}} = 10lg\frac{1}{100}\left(\sum_{i=1}^{n} f_i \cdot 10^{0,1L_i}\right) = 30 + 10lg\left[\sum_{i=1}^{n} f_i \cdot 10^{0,1L_{i-30}}\right] = 30 + \Delta L_{\text{A}},$$

где f_i – доля числа отсчетов в данном интервале уровней звука в общем числе отсчетов, %;

L_i – средний уровень звука в данном интервале, дБА;

i – 1, 2, ... n.

Расчет эквивалентного уровня звука должен производиться в следующей последовательности:

1. Диапазон подлежащих измерению уровней звука должен разбиваться на следующие интервалы: от 38 до 42; от 43 до 47; от 48 до 52; от 53 до 57; от 58 до 62; от 63 до 67; от 68 до 72; от 73 до 77; от 78 до 82; от 83 до 87; от 88 до 92; от 93 до 97; от 98 до 102; от 103 до 107; от 108 до 112; от 113 до 117; от 118 до 122 дБА.

2. Измеряемые уровни звука распределяются по интервалам, подсчитывается количество отсчетов уровней звука в каждом интервале.

Результаты отсчетов заносятся в графы 2 и 3 формы 1 (отметками и цифрами).

3. Доли числа отсчетов в данном интервале уровней звука в общем числе отсчетов следует определить по таблице 5.3 в зависимости от числа

отсчетов в каждом интервале уровней звука и значения вписать в графу 4 формы 1.

4. Частные индексы $[1/100\ f_i \times 10^{0,1L_{i-30}}]$ следует определять по таблице 5.4 в зависимости от интервала и доли числа отсчетов в данном интервале уровней звука в общем числе отсчетов и значения их заносить в графу 5 формы 1.

5. Определенные частные индексы следует суммировать.

6. Величину $\Delta L_{\text{А}}$, дБА, следует определять по таблице 5.5 в зависимости от величины суммарного индекса.

7. Эквивалентный уровень звука $L_{\text{Аэкв}}$, дБА, следует определять по формуле

$$L_{\text{Аэкв}} = 30 + \Delta L_{\text{А}}.$$

8. При измерении непостоянных шумов, изменяющихся во времени ступенчато так, что уровни звука $L_{\text{А}}$, дБА, остаются постоянными в течение 5 минут и более, расчет эквивалентного уровня звука $L_{\text{Аэкв}}$, дБА, может быть упрощен.

9. Измерения и расчет должны производиться в следующей последовательности:

а) в течение рабочей смены (8 ч) проводится хронометраж изменения уровня звука $L_{\text{А}}$.

По результатам хронометража для каждого из измеренных уровней звука $L_{i\text{А}}$ следует установить время t_i, ч, в течение которого уровень звука остается постоянным;

б) по таблице 5.6 в зависимости от времени t_i следует определить поправки $\Delta L_{i\text{А}}$ к величинам измеренных уровней звука $L_{i\text{А}}$;

в) найденные поправки $\Delta L_{i\text{А}}$ следует суммировать с уровнями звука, которым они соответствуют, и определить величины $(L_{i\text{А}} + \Delta L_{i\text{А}})$, дБ А;

г) в соответствии с разделом 5.1 следует определить суммарный уровень звука L_m, дБА, по формуле

$$L_m = 10lg10^{0,1(L_{i\text{А}}+\Delta L_{i\text{А}})}.$$

Суммарный уровень звука L_m, дБА, и является эквивалентным уровнем $L_{\text{Аэкв}}$, дБА, который и следует сравнивать с допустимыми уровнями звука по действующим нормам.

Таблица 5.3 – Доля числа отсчетов в данном интервале уровней звука в общем числе отсчетов

Число отсчетов уровней звука в интервале	Доля числа отсчетов в данном интервале уровней звука в общем числе отсчетов, %	Число отсчетов уровней звука в интервале	Доля числа отсчетов в данном интервале уровней звука в общем числе отсчетов, %
1	0,3	75	21
2	0,6	85	24
3	0,8	90	25
4	1,1	100	28
5	1,4	110	31
6	1,7	120	33
7	1,9	130	36
8	2,2	140	39
9	2,5	150	42
10	2,8	160	45
12	3,3	170	47
14	3,9	180	50
16	4,5	190	53
18	5,0	200	56
20	5,6	215	60
25	7,0	230	64
30	8,3	245	68
35	9,7	260	72
40	11	275	76
45	13	290	81
50	14	305	85
55	15	320	89
60	17	335	93
65	18	350	97
70	20	360	100

Таблица 5.4 – Доля числа отсчётов в данном интервале уровней звука в общем числе отсчётов, %

До-ля*	Интервалы уровней звука, дБ А								
	от 38 до 42	от 43 до 47	от 48 до 52	от 53 до 57	от 58 до 62	от 63 до 67	от 68 до 72	от 73 до 77	от 78 до 82
Частные индексы									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,3	0	0	0	1	3	10	30	95	300
0,6	0	0	1	2	6	19	60	190	600
0,8	0	0	1	3	8	25	80	253	800
1,1	0	0	1	4	11	35	110	350	1100
1,4	0	0	1	4	14	44	140	445	1400
1,7	0	1	2	5	17	54	170	540	1700
1,9	0	1	2	6	19	60	190	600	1900
2,2	0	1	2	7	22	69	220	690	2200
2,5	0	1	3	8	25	79	250	790	2500
2,8	0	1	3	9	28	90	280	900	2800
3,3	0	1	3	10	33	104	330	1040	3300
3,9	0	1	4	12	39	123	390	1230	3900
4,5	0	1	5	14	45	142	450	1420	4500
5,0	1	2	5	16	50	158	500	1580	5000
5,6	1	2	6	18	56	180	560	1800	5600
7,0	1	2	7	22	70	222	700	2220	7000
8,3	1	3	8	26	83	261	830	2610	8300
9,7	1	3	10	31	97	306	970	3060	9700
11	1	3	11	35	110	347	1100	3470	11000
13	1	4	13	41	130	408	1300	4080	13000
14	1	4	14	44	140	445	1400	4450	14000
15	2	5	15	48	150	480	1500	4800	15000
17	2	5	17	54	170	*535*	1700	5350	17000
18	2	6	18	57	180	570	1800	5700	18000
19	2	6	19	60	190	598	1900	5980	19000
21	2	7	21	66	210	662	2100	6620	21000
21	2	8	24	76	240	756	2400	7560	24000
25	3	8	25	79	250	790	2500	7910	25000
28	3	9	28	88	280	882	2800	8820	28000
31	3	10	31	98	310	977	3100	9770	31000
33	3	10	33	104	330	1040	3300	10400	33000
36	4	11	36	113	360	1130	3600	11300	36000
39	4	12	39	123	390	1230	3900	12300	39000
42	4	13	42	132	420	1320	4200	13200	42000

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
45	5	14	45	142	450	1420	4500	14200	45000
47	5	15	47	148	470	1480	4700	14800	47000
50	5	16	50	158	500	1580	5000	15800	50000
53	5	17	53	167	530	1670	5300	16700	53000
56	6	18	56	176	560	1760	5600	17600	56000
60	6	19	60	190	600	1900	6000	19000	60000
64	6	20	64	202	640	2020	6400	20200	64000
68	7	21	68	214	680	2140	6800	21400	68000
72	7	23	72	227	720	2270	7200	22700	72000
76	8	24	76	239	760	2390	7600	23900	76000
81	8	26	81	255	810	2550	8100	25500	81000
85	9	27	85	268	850	2680	8500	26800	85000
89	9	28	89	280	890	2800	8900	28000	89000
93	9	29	93	293	930	2930	9300	2930	93000
97	10	31	97	306	970	3060	9700	30600	97000
100	10	32	100	316	1000	3160	10000	31600	100000

*Доля числа отсчётов в данном интервале уровней звука в общем числе отсчётов, %.

Продолжение таблицы 5.4

Интервалы уровней звука, дБ А							
от 83 до 87	от 88 до 92	от 93 до 97	от 93 до 102	от 103 до 107	от 108 до 112	от 113 до 117	от 118 до 122
Частные индексы							
11	12	13	14	15	16	17	18
950	3000	9500	30000	95000	300000	950000	3000000
1900	6000	19000	60000	190000	600000	1900000	6000000
2530	8000	25300	80000	253000	800000	2530000	8000000
3530	11000	35000	110000	350000	1100000	3500000	11000000
4453	14000	44500	140000	445000	1400000	4450000	14000000
5400	17000	54000	170000	540000	1700000	5400000	17000000
6000	19000	60000	190000	600000	1900000	6000000	19000000
6900	22000	69000	220000	690000	2200000	6900000	22000000
7900	25000	79000	250000	790000	2500000	7900000	25000000
9000	28000	90000	280000	900000	2800000	9000000	28000000
10400	33000	104000	330000	1040000	3300000	10400000	33000000

Продолжение таблицы 5.4

11	12	13	14	15	16	17	18
12300	39000	123000	390000	1230000	3900000	12300000	39000000
14200	45000	142000	450000	1420000	4500000	14200000	45000000
15800	50000	158000	500000	1580000	5000000	15800000	50000000
18000	56000	180000	560000	1800000	5600000	18000000	56000000
22200	70000	222000	700000	2220000	7000000	22200000	70000000
26100	83000	261000	830000	2610000	8300000	26100000	83000000
30600	97000	306000	970000	3060000	9700000	30600000	97000000
34700	110000	347000	1100000	3470000	11000000	34700000	110000000
40800	130000	408000	1300000	4080000	13000000	40800000	130000000
44500	140000	445000	1400000	4450000	14000000	44500000	140000000
48000	150000	480000	1500000	4800000	15000000	48000000	150000000
53500	170000	535000	1700000	5350000	17000000	53500000	170000000
57000	180000	570000	1800000	5700000	18000000	57000000	180000000
59800	190000	598000	1900000	5980000	19000000	59800000	190000000
66200	210000	662000	2100000	6620000	21000000	66200000	210000000
75600	240000	756000	2400000	7560000	24000000	75600000	240000000
79100	250000	791000	2500000	7910000	25000000	79100000	250000000
88200	280000	882000	2800000	8820000	28000000	88200000	280000000
97700	310000	977000	3100000	9970000	31000000	97700000	310000000
104000	330000	1040000	3300000	10400000	33000000	104000000	330000000
113000	360000	1130000	3600000	11300000	36000000	113000000	360000000
123000	390000	1230000	3900000	12300000	39000000	123000000	390000000
132000	420000	1320000	4200000	13200000	42000000	132000000	420000000
142000	450000	1420000	4500000	14200000	45000000	142000000	450000000
148000	470000	1480000	4700000	14800000	47000000	148000000	470000000
158000	500000	1580000	5000000	15800000	50000000	158000000	500000000
167000	530000	1670000	5300000	16700000	53000000	167000000	530000000
176000	560000	1760000	5600000	17600000	56000000	176000000	560000000
190000	600000	1900000	6000000	19000000	60000000	190000000	600000000
202000	640000	2020000	6400000	20200000	64000000	202000000	640000000
214000	680000	2140000	6800000	21400000	68000000	214000000	680000000
227000	720000	2270000	7200000	22700000	72000000	227000000	720000000
239000	760000	2390000	7600000	23900000	76000000	239000000	760000000

Окончание таблицы 5.4

11	12	13	14	15	16	17	18
255000	810000	2550000	8100000	25500000	81000000	255000000	810000000
268000	850000	2680000	8500000	26800000	85000000	268000000	850000000
280000	890000	2800000	8900000	28000000	89000000	280000000	890000000
293000	930000	2930000	9300000	29300000	93000000	293000000	930000000
306000	970000	3060000	9700000	30600000	97000000	306000000	970000000
316000	1000000	3160000	10000000	31600000	100000000	316000000	1000000000

Таблица 5.5 – Суммарный индекс

Суммарный индекс	ΔL_A, дБА	Суммар-ный индекс	ΔL_A, дБА	Суммар-ный индекс	ΔL_A, дБА	Суммарный индекс	ΔL_A, дБА
1	2	3	4	5	6	7	8
6	8	3162	35	1585000	62	794300000	89
8	9	3981	36	1995000	63	1000000000	90
10	10	5012	31	2512000	64	1259000000	91
13	11	6310	38	3162000	65	158500000	92
16	12	7943	39	3981000	66		
20	13	10000	40	5012000	67		
25	14	12590	41	6310000	68		
32	15	15850	42	7943000	69		
40	16	19950	43	10000000	70		
50	17	25120	44	12590000	71		
63	18	31620	45	15850000	72		
79	19	39810	46	19950000	73		
100	20	50120	4^T	25120000	74		
126	21	63100	4S	31620000	75		
159	22	79430	49	39810000	76		
200	23	100000	50	50120000	77		
251	24	125900	51	63100000	78		
316	25	158500	52	79430000	79		

Окончание таблицы 5.5

1	2	3	4	5	6	7	8
393	26	199500	53	100000000	80		
501	27	251200	54	125900000	81		
631	28	316200	55	158500000	82		
794	29	398100	56	199500000	83		
1000	30	501200	57	251200000	84		
1259	31	631000	56	316200000	85		
1585	32	794300	59	398100000	86		
1995	33	100000	60	501200000	87		
2512	34	1259000	61	631000000	88		

Таблица 5.6 – Время, в течение которого уровни звука $L_{i\mathrm{A}}$, дБА, остаются постоянными

Время, в течение которого уровни звука $L_{i\mathrm{A}}$, дБА, остаются постоянными	8	7	6	5	4	3	2	1	0,5	0,25	0,1
Поправка $\Delta L_{i\mathrm{A}}$, дБА	0	-0,6	-1,2	-2,0	-3,0	-4,2	-6,0	-9,0	-12,0	-15,1	-19,0

Форма 1

Интервал уровнен звука, дБА	Отметки отсчетов уровней звука в интервале	Число отсчетов уровней звука в интервале	Доли числа отсчетов в данном интер-вале уровней звука в общем числе отсчетов, %	Частные индексы
1	2	3	4	5
От 38 до 42				
От 43 до 47				
От 46 до 52				
От 53 до 57				
От 58 до 62				
От 63 до 67				
От 68 до 72				
От 73 до 77				
От 78 до 82				
От 83 до 87				
От 88 до 92				
От 93 до 97				
От 98до 102				
От 103 до 107				
От 108 до 112				
От 113 до 117				
От 118 до 122				

Суммарный индекс .....
Эквивалентный уровень звука, дБА .....

5.2.1 Пример № 1 расчета эквивалентного уровня звука

В производственном помещении промышленного предприятия непостоянный шум.

Требуется определить эквивалентный уровень звука $L_{\text{Аэкв}}$, дБА, на постоянном рабочем месте.

Измерения и расчет производят в следующем порядке:

1. Точка измерения – постоянное рабочее место.

2. Измерительный прибор включается на характеристику «А».

3. Продолжительность измерения – не менее 30 мин. при интервале между отсчетами от 5 до 6 с.

4. Составляем форму 1.

5. Измеряем уровни звука L_{A}, дБА, на постоянном рабочем месте и заносим их значения в графу 2 формы 1 соответственно интервалам уровней звука.

6. Подсчитываем количество отсчетов уровней звука по интервалам (3 отсчета в интервале от 68 до 72 дБА; 30 – в интервале от 73 до 77 дБА; 108 – в интервале от 78 до 82 дБА и т.д. – см. прилагаемую форму 1, заполненную данными о производственных измерениях.

Результаты подсчетов заносим в графу 3 формы 1.

7. По таблице 5.3 в зависимости от полученного количества отсчетов определяем долю числа отсчетов в данном интервале уровней звука в общем числе отсчетов.

8. По таблице 5.4 и данным, занесенным в форму 1, определяем частные индексы в зависимости от интервала уровней звука и доли числа отсчетов в общем числе отсчетов (для интервала уровней звука от 68 до 72 дБА и доли числа отсчетов 0,8% частный индекс равен 80%, для интервала от 73 до 77 дБА и доли числа отсчетов 8,3% частный индекс равен 2610 и т.д.)

Результаты подсчетов заносим в графу 5 формы 1.

9. Определяем величину суммарного индекса, равного сумме полученных частных индексов. В настоящем примере суммарный индекс равен 3628390.

10. Для полученного суммарного индекса определяем по таблице 5.5 поправку ΔL_{A}, дБА, которая в данном случае равна 66 дБА (принимается значение поправки по наиболее близкому указанному в таблице 5.5 значению суммарного индекса).

11. Определяем значение эквивалентного уровня звука $L_{\text{Аэкв}}$, дБА, по формуле

$$L_{\text{Аэкв}} = (30 + \Delta L_{\text{A}}) = 30 + 66 = 96\text{дБА}.$$

Форма 1 (к примеру № 1)

Интервал уровней звука, дБ А	Отметки отсчетов уровней звука в интервале	Число отсчетов уровней звука в интервале	Доли числа отсчетов в данном интервале уровней звука в общем числе отсчетов, %	Частные индексы
1	2	3	4	5
От 38 до 42				
От 43 до 47				
От 46 до 52				
От 53 до 57				
От 58 до 62				
От 63 до 67				
От 68 до 72		3	0,8	80
От 73 до 77		30	8,3	2610
От 78 до 82		108	31	31000
От 83 до 87		39	11	34700
От 88 до 92		60	17	170000
От 93 до 97		65	18	570000
От 98до 102		38	11	1100000
От 103 до 107		16	4,5	1420000
От 108 до 112		1	0,3	300000
От 113 до 117				
От 118 до 122				

Суммарный индекс 3628390

Эквивалентный уровень звука 96 дБ А

5.2.2 Пример № 2 расчета эквивалентного уровня звука

В производственном помещении промышленного предприятия рабочее место непостоянное, шум непостоянный.

Требуется определить средний эквивалентный уровень звука $L_{m\text{Аэкв}}$, дБА, в рабочей зоне.

Измерения и расчет производятся в следующем порядке:

1. В рабочей зоне выбирается три точки измерения в зависимости от конкретных условий.

2. В каждой из выбранных точек измерения определяется эквивалентный уровень звука, дБА, в соответствии с настоящим разделом (пример расчета 1).

3. Средний эквивалентный уровень звука L_{mA}, дБА, определяется в соответствии с настоящим разделом.

Полученный по расчету средний эквивалентный уровень звука является параметром шума в рабочей зоне, который и следует сравнивать с допустимыми уровнями звука по действующим нормам.

5.3 Расчет эквивалентного уровня звука упрощенным методом

Метод расчета эквивалентного уровня звука основан на использовании поправок на время действия каждого уровня звука. Он применим в тех случаях, когда имеются данные об уровнях и продолжительности воздействия шума на рабочем месте, в рабочей зоне или различных помещениях.

Расчет производится следующим образом. К каждому измеренному уровню звука добавляется (с учетом знака) поправка по таблице 5.7, соответствующая его времени действия (в часах или % от общего времени действия). Затем полученные уровни звука складываются.

Таблица 5.7 – Поправка для каждого измеренного уровня звука

Время	в часах	8	7	6	5	4	3	2	1	0,5	15 мин	5 мин
	в %	100	88	75	62	50	38	25	12	6	3	1
Поправка в дБ		0	-0,6	-1,2	-2	-3	-4,2	-6	-9	12	-15	-20

5.3.1 Пример № 3 расчета эквивалентного уровня звука

Уровни шума за 8-часовую рабочую смену составляли 80, 86 и 94 дБА в течение 5, 2 и 1 часа соответственно.

Этим временам соответствуют поправки по таблице 5.7, равные -2, -6, -9 дБ. Складывая их с уровнями шума, получаем 78, 80, 85 дБА. Теперь, используя таблицу 5.1 настоящего приложения, складываем эти уровни попарно: сумма первого и второго дает 82 дБА, а их сумма с третьим – 86,7 дБА.

Округляя, получаем окончательное значение эквивалентного уровня шума 87 дБА. Таким образом, воздействие этих шумов равносильно действию шума с постоянным уровнем 87 дБА в течение 8 часов.

5.3.2 Пример № 4 расчета эквивалентного уровня звука

Прерывистый шум 119 дБА действовал в течение 6-часовой смены суммарно в течение 45 мин. (т.е. 11% смены), уровень фонового шума в паузах (т.е. 89% смены) составлял 73 дБА.

По таблице 5.1 поправки равны -9 и -0,6 дБ: складывая их с соответствующими уровнями шума, получаем 110 и 72,4 дБА, и поскольку второй уровень значительно меньше первого, им можно пренебречь. Окончательно получаем эквивалентный уровень шума за смену 110 дБА, что превышает допустимый уровень 80 дБА на 30 дБА.

5.4 Расчет эквивалентного уровня инфразвука

В случае непостоянного инфразвукового воздействия производят расчет эквивалентного общего (линейного) или корректированного уровня звукового давления с учетом поправок на время его действия в соответствии с разделами 5.2 или 5.3, добавляемых к значениям измеренного уровня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Ю.И. Производственная санитария и гигиена труда: конспект лекций / Ю.И. Иванов, Е.А. Попова. Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – 2014. – 128 с.

2. ГОСТ 12.0.002-2014. Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.

3. Гигиена: статья в Большой медицинской энциклопедии. – М.: Советская энциклопедия, 1970.

4. Поздравление руководителя с 90-летием со дня образования в России Госсанэпидслужбы Архивная копия от 10 декабря 2014 на Wayback Machine, Сайт ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Алтай».

5. Постановление ЦИК СССР № 85, СНК СССР № 2740 от 23.12.1933 «Об организации государственной санитарной инспекции». Архивная копия от 13 декабря 2014 на Wayback Machine, сайт Сейчас.ру.

6. Федеральный закон РФ от 30.03.1999 года № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изменениями и дополнениями). Архивная копия от 26 ноября 2011 на Wayback Machine, ИПС «Гарант».

7. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изменениями на 4 ноября 2022 года).

8. Монаенкова А.М. Профессиональные болезни / А.М. Монаенкова // Большая медицинская энциклопедия: в 30 т. / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1983. – Т. 21: Преднизолон – Растворимость. – С. 243–245. – 560 с.: ил.

9. Профессиональные болезни // Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс]. – 2016.

10. Постановление Правительства РФ от 5.07.2022 года № 1206 «О порядке расследования и учета случаев профессиональных заболеваний работников».

11. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году» http://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/c51/gd_2017_seb.pdf. Архивная копия от 11 сентября 2018 на Wayback Machine.

12. ILO. Безопасные условия труда – одно из основных прав человека и неотъемлемая часть понятия «достойный труд». Охрана труда. www.ilo.org/moscow/. МОТ. Дата обращения: 5 сентября 2020. Архивировано 18 августа 2020 года.

13. Гигиена труда: учебник для студентов медицинских вузов / Под ред. Н.Ф. Измерова, В.Ф. Кириллова. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – С. 13–14. – 592 с. – ISBN 978-5-9704-1593-1.

14. Постановление правительства РФ от 30.072021 № 1100 «О федеральном государственном санитарно-эпидемиологическом контроле (надзоре) (с изменениями на 31 августа 2022 года).

15. Федеральный закон от 21.07.2014 № 212-ФЗ «Об основах общественного контроля в Российской Федерации» (ред. от 27.12.2018).

16. Шишина И.А. Разработка систем кондиционирования: методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине «Производственная санитария и гигиена труда». – Ч. 1: Общие сведения / И.А. Шишина, С.М. Пятикопов, А.В. Пикалов. – Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2009. – 90 с.

17. Шишина И.А. Разработка систем кондиционирования: методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине «Производственная санитария и гигиена труда». – Ч. 2: Практические расчеты / И.А. Шишина, С.М. Пятикопов, А.В. Пикалов. – Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2009. – 90 с.

18. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022, с изм. от 11.04.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023).

19. Петренко Н.В. Производственная санитария и гигиена труда. Расчет систем вентиляции: методические указания / Н.В. Петренко, И.В. Егорова: Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт, 2016. – 137 с.

20. СП 60.13330.2020. «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

21. Р 2.2.2006-05. 2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005).

22. Полосин И.И. Теоретические основы создания микроклимата в помещении / И.И. Полосин, Б.П. Новосельцев, В.Н. Шершнев. – Воронеж, 2005. – 143 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П1 – Теплопоступления и теплопотери помещения с общеобменной вентиляцией или кондиционированием воздуха

Наименование помещения	Объем помещения, м	Расчетный период года	Поступления в помещение явной теплоты, Вт						
			от людей		от солнечной радиации	от искусственного освещения	от системы отопления	от технологического оборудования	от прочих источников
			явная	полная					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		ТП							
		ПП							
		ХП							

Окончание таблицы П1

Теплопоступления в помещение, Вт			Теплопотери помещения, Вт	Избыточная теплота		
Суммарные			суммарные	явная		полная
явные	полные	скрытые		Вт	Вт/м^3	Вт
11	12	13	14	15	16	17

Таблица П2 – Сводная таблица вредных выделений

№ помещения	Наименование помещения	Объем помещения, м^3	Расчетный период года	Тепловые избытки			Влаговыделения, кг/ч	Газовые выделения, л/ч	$\varepsilon = \frac{Q_{\text{П}}}{\text{М}_{\text{ВП}}}$, кдж/кг
				явные, кДж/ч	скрытые, кДж/ч	полные, кДж/ч			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица П3 – Расчетный воздухообмен общеобменной вентиляции по кратности в помещениях здания

№ помещения	Наименование помещения	Размеры помещения, м, или его площадь, $м^2$	Объем помещения V, $м^3$	Количество людей в помещении $N_{чел}$	Нормативная кратность воздухообмена $Кр$, $ч^{-1}$, или нормативный воздухообмен на 1 человека L_O, $м^3/(ч.чел.)$		Расчетный воздухообмен, $м^3/ч$	
					приток	вытяжка	приток	вытяжка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
						Итого:		
						Дисбаланс:		

Примечание: количество людей в колонке 5 указывается в том случае, если для данного помещения в литературе указывается нормативный воздухообмен на 1 человека, а не кратность.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица П2 – Тепло- и влаговыделения кухонного оборудования

Зона помещения	Кухонное оборудование	Электрическое оборудование и оборудование, использующее пар в качестве теплоносителя						Газовое оборудование					
		Режим работы						Режим работы					
		нормальный			облегченный			нормальный			облегченный		
		явные тепловыделения, Вт/кВт	скрытые тепловыделения, Вт/кВт	влаговыделения, г/ч·кВт	явные тепловыделения, Вт/кВт	скрытые тепловыделения, Вт/кВт	влаговыделения, г/ч·кВт	явные тепловыделения, Вт/кВт	скрытые тепловыделения, Вт/кВт	влаговыделения, г/ч·кВт	явные тепловыделения, Вт/кВт	скрытые тепловыделения, Вт/кВт	влаговыделения, г/ч·кВт
Зона варения, пропаривания и приготовления	Котел и автоматический котел	35	200	294	25	80	118	100	300	441	75	80	118
	Скороварка	40	10	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Пароварка	25	200	294	25	0	0	–	–	–	–	–	–
	Конвекционная паровая духовка	120	180	265	70	100	147	150	180	265	85	100	147
Зона жарки, гриля и выпекания	Сотейник	450	400	588	250	150	220	450	450	630	450	250	368
	Сковорода для жарки	330	400	588	200	120	176	350	400	588	250	150	200
	Барбекю и гриль	700	175	257	700	175	257	720	200	294	720	200	294
	Духовка для жарки и выпекания	350	160	235	250	160	235	350	200	294	250	200	294

	Оборудование с горячим воздухом для размораживания продуктов	70	150	220	40	60	88	100	150	220	50	100	147
	Автоматическое устройство для жарки и гриля	250	230	338	250	230	338	–	–	–	–	–	–
	Автоматическая сосница	150	160	235	110	160	235	–	–	–	–	–	–
	Фритюрница	90	700	1030	–	–	–	90	700	1030	–	–	–
	Автоматическая фритюрница*	50	100	147	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	То же**	50	550	808	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Многофункциональное оборудование	Духовка, плита***	200	80	118	100	50	74	250	100	147	150	80	118
Оборудование:	Печь для кастрюль	200	150	220	150	100	147	250	150	265	200	120	176

для приготовления пищи	Микроволновая печь	50	10	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–
размораживания	Водяная ванна для размораживания	125	200	294	–	–	–	195	220	323	–	–	–
поддержания температуры	Шкаф для горячих блюд	350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
охлаждения	Холодильник (без центрального холодоснабжения)	700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
обработки	Кухонный процессор	175	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
транспортировки	Конвейер****	1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	горячих продуктов	125	200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	холодных продуктов	700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Зона раздачи	Раздаточный аппарат для посуды	300	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Автомат для пива и напитков	100	200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

* С местным отсосом.
** Без отсоса.
*** Значения следует умножить на поправочный коэффициент в зависимости от типа конфорок. Поправочный коэффициент для электрических плит: традиционная металлическая конфорка – 1; керамическая конфорка – 1; индукционная конфорка – 0,35; сплошная стальная плита – 1,3.
Поправочный коэффициент для газовых плит: традиционная конфорка с открытым пламенем – 1; конфорка с закрытым пламенем – 1,2; керамическая конфорка – 0,8.
**** Вся теплота, выделяемая конвейерами, поступает в помещение.
Примечания
1. Тепловлаговыделения от кухонного оборудования отнесены к 1 кВт установленной мощности.
2. Нормальный режим работы – одновременная, нормальная эксплуатация кухонного оборудования для жарки, варения, приготовления во фритюре, гриля, выпекания и сушения (обычный набор оборудования).
3. Облегченный режим работы – в периоды низкой активности с частичной эксплуатацией оборудования для обдавания кипятком, бланширования, оттаивания, разогревания, поддержания теплоты, приготовления при низкой температуре и т.д.
4. Для расчета конвективного потока воздуха для устройств кабинетного типа (например, духовой шкаф, где продукт приготавливается в объеме, а не на горячей поверхности) для определения параметра z берут среднюю высоту устройства (в случае духового шкафа h – расстояние от пола до середины объема приготовления пищи (рисунок 5.4).
5. Особенности расчета кухонного оборудования: лапшеварка рассчитывается как кастрюля; скороварка рассчитывается как кастрюля или, если долго используется для приготовления блюд во фритюре, как фритюрница; гриль для курицы рассчитывается как жаровня или паровая конвекционная печь; вращающийся и контактный грили рассчитываются как сковорода.
6. Данные приложения являются справочной информацией, заимствованной из зарубежной практики. При проектировании следует использовать данные о тепловыделениях и объеме удаляемого от оборудования воздуха, предоставленные производителями – поставщиками оборудования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица П3 – Классификация горячих цехов и ориентировочные значения* коэффициента одновременности работы кухонного оборудования

Тип горячего цеха	Маленький			Средний			Большой		
	Кол-во блюд в день	Кол-во блюд за один прием пищи	Коэф. одно-вре-мен-ности *К*о**	Кол-во блюд в день	Кол-во блюд за один прием пищи	Коэф. одно-вре-мен-ности *К*о**	Кол-во блюд в день	Кол-во блюд за один при-ем пищи	Коэф. одно-вре-мен-ности *К*о**
Гастрономия (снек-бары, рестораны, горячие цеха отелей)	<100	–	1,0	<250	–	0,7	>250	–	0,7
Горячий цех в буфетах, казино, столовых	–	<150	0,8	–	<500	0,6	–	>500	0,6
Общественный горячий цех	–	<100	0,9	–	<250	0,6	–	>250	0,6
Подготовительный смешанный горячий цех	–	<50	0,9	–	<400	0,6	–	>400	0,6
Промышленное приготовление пищи (горячий цех полуфабрикатов, передвижной горячий цех)	–	–	–	<3000	–	0,7	>3000	–	0,7

* Отклонения должны быть согласованы с заказчиком, проектировщиком, наладчиком горячего цеха и проектировщиком систем вентиляции и

кондиционирования воздуха. Коэффициент одновременности работы равен 1,0 для оборудования, над которым устанавливается местный отсос. В особых случаях нижний предел коэффициента одновременной работы может быть согласован с заказчиком.

** Коэффициент одновременности работы кухонного оборудования $К_о$ – количество кухонного оборудования, работающего одновременно в горячем цеху, отнесенное к общему количеству кухонного оборудования, установленного в помещении горячего цеха, или отношение значения среднего энергопотребления оборудования к его установочной мощности.

Примечание. Данные приложения являются справочной информацией, заимствованной из зарубежной практики. Фактические значения коэффициента одновременности работы кухонного оборудования принимают по технологическим заданиям.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Высота h_s и азимут A_s солнца на различных широтах, град. в июле

Истинное солнечное время – часы		Географическая широта в град.																	
		30		40		44		48		52		56		60		64		68	
до полудня	после полудня	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s
2–3	21–22																	4	145
3–4	20–21													1	130	3	131	6	131
4–5	19–20									3	119	5	120	7	120	9	119	10	118
5–6	18–19	6	111	8	111	9	111	10	110	12	109	13	108	14	107	15	106	16	104
6–7	17–18	18	104	19	104	19	100	20	99	21	97	21	95	21	94	21	92	21	91
7–8	16–17	30	94	29	93	29	90	30	87	30	85	29	82	28	81	27	79	27	77
8–9	15–16	42	86	41	82	40	78	40	76	38	72	37	69	36	67	34	64	32	61
9–10	14–15	54	75	52	69	50	65	49	60	47	56	45	53	43	50	40	49	37	45
10–11	13–14	65	56	62	49	59	45	56	40	54	36	51	33	48	31	44	29	40	28
11–12	12–13	73	24	69	20	65	18	61	16	58	13	54	12	50	11	46	10	42	9
12 полдень		74	0	70	0	66	0	62	0	58	0	54	0	50	0	46	0	42	0

Учебное издание

Петренко Надежда Владимировна
кандидат технических наук, доцент

Пятикопов Сергей Михайлович
кандидат технических наук, доцент

Егорова Ирина Викторовна
кандидат технических наук, доцент

Липкович Игорь Эдуардович
доктор технических наук, профессор

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ГИГИЕНА ТРУДА

Часть 1
Учебное пособие

Редактор Н.П. Лучинкина
Верстка Н.В. Гвоздик
Художественный редактор С.П. Вдовикина

Подписано в печать 24.01.2024 г.
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 13,7. Заказ № 32.

Отдел информационных технологий и издательской деятельности
Азово-Черноморского инженерного института
ФГБОУ ВО Донской ГАУ
347740, г. Зерноград Ростовской области, ул. Советская, 15.