

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Управление охраной труда»

## **ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию  
в области сельского хозяйства в качестве практикума для студентов  
высших учебных заведений, обучающихся по специальности 1-74 06 07  
«Управление охраной труда в сельском хозяйстве»*

Минск  
БГАТУ  
2012

УДК 658.3 (07)

ББК 48.1я 7

П 78

Составители:

доцент, кандидат технических наук *Л. Т. Ткачева*,  
старший преподаватель *М. В. Бренч*,  
ассистент *С. А. Корчик*

Рецензенты:

кафедра «Безопасность жизнедеятельности» Белорусского государственного  
технологического университета;  
главный инженер отдела охраны труда, транспортной и пожарной безопасности  
Минсельхозпрода *Н. А. Гордиенко*

П78 **Производственная санитария** : практикум / сост. : Л. И. Ткачева,  
М. В. Бренч, С. А. Корчик. – Минск : БГАТУ, 2012. – 220 с.

ISBN 978-985-519-508-6.

Приведены описания практических работ, краткие теоретические сведения, методика расчетов, извлечения из справочных материалов.

Предназначен для студентов специальности 1-74 06 07 Управление охраной труда в сельском хозяйстве по дисциплине «Производственная санитария и гигиена труда в сельском хозяйстве», а также может быть использован студентами аграрно-технических специальностей при курсовом и дипломном проектировании, магистрантами, аспирантами, специалистами АПК.

УДК 658.3 (07)

ББК 48.1я 7

## СОДЕРЖАНИЕ

---

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Практическая работа № 1. ПОРЯДОК РАССЛЕДОВАНИЯ И УЧЕТА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ .....	6
Практическая работа № 2. РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО ВОЗДУХООБМЕНА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ .....	20
Практическая работа № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ АВТОХОЗЯЙСТВ .....	25
Практическая работа № 4. РАСЧЕТ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ .....	41
Практическая работа № 5. РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ .....	49
Практическая работа № 6. РАСЧЕТ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ .....	67
Практическая работа № 7. РАСЧЕТ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ .....	80
Практическая работа № 8. РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	97
Практическая работа № 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ .....	102
Практическая работа № 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ.....	113
Практическая работа № 11. АКУСТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ ОБЛИЦОВОК .....	120
Практическая работа № 12. РАСЧЕТ ПРУЖИННЫХ И РЕЗИНОВЫХ ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ .....	127
Практическая работа № 13. САНИТАРНО-БЫТОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТНИКОВ .....	137
Практическая работа № 14. ПОРЯДОК ОБЕСПЕЧЕНИЯ И РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ .....	143
ЛИТЕРАТУРА.....	152
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	155

## ВВЕДЕНИЕ

---

Многие виды производственной деятельности в сельскохозяйственном производстве связаны с вредными и опасными факторами, уровень воздействия которых на человека определяется как их собственными свойствами, так и особенностями производства. Интегральным отражением степени воздействия на работающего человека различных факторов, связанных с трудом, являются показатели здоровья.

Вместе с тем, вредные условия труда снижают эффективность использования трудовых ресурсов, существенно уменьшая производительность труда, приводят к профессиональным заболеваниям работающих и, в конечном итоге, влияют на состояние здоровья настоящего и будущих поколений.

Создание для работающих приемлемых условий при осуществлении ими трудовой деятельности является, пожалуй, одной из основных сторон научных и практических интересов человечества.

Решение поставленной задачи в значительной степени зависит от подготовленности руководителей предприятий и специалистов по охране труда. Будущим специалистам по охране труда необходимо овладеть научными основами производственной санитарии и гигиены труда, а также способами их практического применения для устранения опасных и вредных производственных факторов, предупреждения травматизма и профессиональных заболеваний. При переходе к рыночной экономике роль и значение создания здоровых и безопасных условий труда многократно возрастает. В этих условиях специалист по охране труда предприятия выступает в роли консультанта нанимателя по вопросам условий труда и безопасности производства. Именно от его деятельности, в первую очередь, зависит уровень организаторской работы по созданию наиболее благоприятных условий труда.

Настоящий практикум содержит научно обоснованные и проверенные на практике принципы расчета различных инженерных решений, способствующих улучшению условий труда, а также необходимые справочные данные.

Основная задача практикума – способствовать формированию у студентов профессиональных методических и расчетных навыков в области производственной санитарии, улучшению качества подготовки будущих специалистов по охране труда для решения различных вопросов охраны труда на производстве. На практических занятиях по дисциплине «Производственная санитария и гигиена труда в сельском хозяйстве» практикум поможет студентам овладеть типовыми инженерными методиками расчета при выборе технических средств и организационных мероприятий по созданию здоровых и благоприятных условий труда работающих. Кроме того, используя данный практикум, студенты смогут обосновать применение средств обеспечения безопасности, выполнить курсовую работу по производственной санитарии и гигиене труда в сельском хозяйстве, а также разработать дипломный проект по тематике, целиком посвященной различным проблемам улучшения условий труда и обеспечения безопасности на отдельных рабочих местах, в конкретных производственных подразделениях и на предприятии в целом.

Практическая работа № 1

**ПОРЯДОК РАССЛЕДОВАНИЯ И УЧЕТА  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

---

**Цель работы** – изучить порядок расследования профессиональных заболеваний, научиться правильно оформлять документацию по расследованию и учету профессиональных заболеваний.

**Общие сведения**

Расследование профессиональных заболеваний проводится в соответствии с Правилами расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, утвержденными постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15 января 2004 г. № 30 (с изм. и доп. от 04.11.2006 № 1462, от 18.01.2007 № 60, от 18.02.2008 № 221, от 19.04.2010 № 579) [1].

Расследованию и учету в соответствии с настоящими Правилами подлежат все впервые выявленные случаи профессиональных заболеваний, которые включены в перечень (список) профессиональных заболеваний, определяемый Министерством здравоохранения Республики Беларусь и Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь.

Профессиональный характер заболевания устанавливается на основании клинических данных и санитарно-гигиенической характеристики условий труда работника, составленной территориальным центром гигиены и эпидемиологии, в случаях:

острых профессиональных заболеваний (вызванных воздействием вредного производственного фактора) – врачебно-консультативными комиссиями (далее – ВКК) амбулаторно-поликлинических и больничных организаций здравоохранения всех типов (в ред. постановления Совмина от 19.04.2010 № 579);

хронических профессиональных заболеваний – медико-экспертной комиссией (далее – МЭК) республиканского и ВКК областных центров профес-

сиональной патологии, клиник научно-исследовательских институтов, занимающихся вопросами профессиональной патологии, областных и городских кожно-венерологических диспансеров, а также ВКК других организаций здравоохранения, где имеется врач-профпатолог.

О каждом выявленном или предполагаемом случае острого профессионального заболевания организация здравоохранения в течение 12 часов направляет по установленной форме извещение об остром профессиональном заболевании (далее – извещение) нанимателю, страхователю по месту работы заболевшего, в территориальный центр гигиены и эпидемиологии, которому подконтролен наниматель, страхователь. В случаях острых профессиональных заболеваний при одновременном профессиональном заболевании двух и более работников извещение составляется на каждого заболевшего.

Организация здравоохранения в случае изменения или уточнения диагноза составляет повторное извещение, в котором указывается измененный (уточненный) диагноз, дата его установления, первоначальный диагноз, и направляет его в течение 24 часов нанимателю, страхователю и в территориальный центр гигиены и эпидемиологии.

Организация здравоохранения, помимо направления извещения, немедленно информирует нанимателя, страхователя и территориальный центр гигиены и эпидемиологии по телефону, телеграфу, телефаксу, другим средствам связи о каждом случае:

- острого профессионального заболевания со смертельным исходом, одновременного острого профессионального заболевания двух и более работников;
- заболевания сибирской язвой, бруцеллезом, столбняком, бешенством и другими особо опасными инфекциями при установлении связи с профессиональной деятельностью заболевшего.

В случаях подозрения на хроническое профессиональное заболевание при проведении периодического медицинского осмотра либо при обращении работника организация здравоохранения в двухмесячный срок оформляет необходимые документы и устанавливает окончательный диагноз. При необходимости заболевший работник направляется на амбулаторное или стационарное обследование в соответствующую организацию здравоохранения, в которую представляются следующие документы:

- выписка из медицинской карты амбулаторного или стационарного больного;
- сведения о результатах предварительного (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров;

- санитарно-гигиеническая характеристика условий труда;
- копия трудовой книжки.

Организация здравоохранения на основании клинических данных о состоянии здоровья работника и представленных документов устанавливает заключительный диагноз хронического профессионального заболевания, составляет медицинское заключение и в течение пяти рабочих дней направляет соответствующее извещение в территориальный центр гигиены и эпидемиологии и нанимателю, страхователю по месту работы заболевшего. Медицинское заключение о наличии профессионального заболевания направляется также в организацию здравоохранения, направившую больного.

Наниматель, страхователь немедленно информирует о случае профессионального заболевания организацию здравоохранения, обслуживающую данного нанимателя, страхователя, местный исполнительный и распорядительный орган, профсоюз (иной представительный орган работников), а при их отсутствии – областное объединение профсоюзов Федерации профсоюзов Беларуси, страховщика.

Об острых профессиональных заболеваниях со смертельным исходом, одновременном профессиональном заболевании двух и более человек наниматель, страхователь информирует территориальную прокуратуру, территориальное структурное подразделение департамента государственной инспекции труда. Территориальный центр гигиены и эпидемиологии представляет внеочередное донесение о таких случаях профессиональных заболеваний в Министерство здравоохранения.

### **Порядок расследования профессионального заболевания**

Расследование профессионального заболевания проводится:

- врачом-гигиенистом территориального центра гигиены и эпидемиологии;
- уполномоченным должностным лицом нанимателя, страхователя;
- представителем организации здравоохранения, обслуживающей нанимателя, страхователя;
- представителем профсоюза (иного представительного органа работников);
- страховщиком и потерпевшим (по их требованию).

В расследовании профессиональных заболеваний двух и более человек и профессиональных заболеваний со смертельным исходом принимает участие государственный инспектор труда.

Для расследования профессиональных заболеваний двух и более человек и профессиональных заболеваний со смертельным исходом могут привлекаться специалисты вышестоящих центров гигиены и эпидемиологии, научно-исследовательских институтов. Расследование случаев профессиональных заболеваний, вызванных особо опасными и другими инфекциями, проводится с участием врача-эпидемиолога.

Расследование острого профессионального заболевания проводится в течение **трех рабочих дней**, а хронического профессионального заболевания – **четырнадцати рабочих дней** после получения извещения.

В процессе расследования профессионального заболевания:

- проводится обследование рабочего места, участка, цеха, определяется их соответствие требованиям санитарно-гигиенических нормативов с проведением необходимых лабораторных и инструментальных исследований;
- берутся объяснения, опрашиваются заболевший (заболевшие), свидетели, должностные и иные лица;
- устанавливается обеспеченность заболевшего (заболевших) средствами индивидуальной защиты, санитарно-бытовыми помещениями и устройствами;
- изучаются документы о результатах санитарно-гигиенических обследований, предварительных и периодических медицинских осмотров, выполнении запланированных мероприятий по охране труда;
- устанавливаются причины профессионального заболевания, лица, допустившие нарушения актов законодательства о труде и об охране труда, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов, разрабатываются технические, организационные, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, медико-реабилитационные и иные мероприятия по устранению причин и последствий профессионального заболевания.

По результатам расследования профессионального заболевания врач-гигиенист составляет акт о профессиональном заболевании формы **ПЗ-1** (далее – акт формы ПЗ-1) на каждого заболевшего в **шести** экземплярах. При одновременном профессиональном заболевании двух и более человек, профессиональном заболевании со смертельным исходом акт формы ПЗ-1 составляется в **семи** экземплярах.

Акты формы ПЗ-1 утверждаются главным государственным санитарным врачом города (района).

Утвержденные акты формы ПЗ-1 регистрируются территориальным центром гигиены и эпидемиологии в Журнале регистрации профессиональных заболеваний и направляются вместе с документами расследования заболевшему или лицу, представляющему его интересы, организации здравоохранения, обслуживающей нанимателя, страхователя, а также государственному инспектору труда, нанимателю, страхователю, страховщику.

Утвержденные акты формы ПЗ-1 с документами расследования профессиональных заболеваний со смертельным исходом и с одновременным острым профессиональным заболеванием двух и более человек направляются территориальным центром гигиены и эпидемиологии также в территориальную прокуратуру по месту нахождения организации, нанимателя, страхователя. Один экземпляр указанного акта хранится в территориальном центре гигиены и эпидемиологии.

Наниматель, страхователь регистрирует акты формы ПЗ-1 в Журнале регистрации профессиональных заболеваний и направляет их копии в профсоюз (иной Уполномоченный орган работников), в областное объединение профсоюзов Федерации профсоюзов Беларуси, местный исполнительный и распорядительный органы, вышестоящую организацию (по ее требованию).

Наниматель, страхователь обеспечивает хранение актов формы ПЗ-1 в течение 45 лет.

Организации здравоохранения, имеющие отделения профессиональной патологии, организации здравоохранения поликлинического типа ведут Журнал учета и наблюдения больных профессиональными заболеваниями.

В случае утери всех экземпляров акта формы ПЗ-1 право подтверждения факта профессионального заболевания (острого профессионального заболевания) имеет организация здравоохранения, первоначально установившая профессиональное заболевание (острое профессиональное заболевание), без проведения повторного расследования. При этом органы и организации, осуществляющие государственный санитарный надзор, составляют повторно акт формы ПЗ-1 на основании имеющейся информации на момент его оформления, учитывая давность лет.

Профессиональное заболевание у работника, направленного нанимателем, страхователем к другому нанимателю, расследуется территориальным центром гигиены и эпидемиологии по месту выявления заболевания в порядке, установленном настоящими Правилами.

Акт формы ПЗ-1 в этих случаях утверждается главным государственным санитарным врачом города (района), где выявлено заболевание, и на-

правляется для регистрации и учета нанимателю, страхователю, по месту работы заболевшего, заболевшему, страховщику, в территориальный центр гигиены и эпидемиологии, которому подконтролен наниматель, страхователь.

Расследование хронических профессиональных заболеваний лиц, изменивших место работы, проводится по месту возникновения профессионального заболевания.

Территориальный центр гигиены и эпидемиологии, организация здравоохранения по месту выявления профессионального заболевания для уточнения его диагноза запрашивают у соответствующих организаций здравоохранения по месту прежней работы заболевшего:

- санитарно-гигиенические характеристики условий труда;
- выписки из форм первичной медицинской документации.

Расследование профессионального заболевания, выявленного у лица, которое не работает или изменило место работы в пределах Республики Беларусь, проводится у нанимателя, страхователя, условия труда у которого могли способствовать возникновению профессионального заболевания. В этом случае извещение о хроническом профессиональном заболевании направляется указанному нанимателю, страхователю, страховщику, в территориальный центр гигиены и эпидемиологии, которому подконтролен наниматель.

Подтвержденные случаи профессиональных заболеваний у лиц, изменивших место работы либо находящихся на пенсии, подлежат регистрации и учету нанимателями, страхователями и территориальными центрами гигиены и эпидемиологии, которым подконтрольны наниматели, страхователи, у которых имелись условия для возникновения профессионального заболевания.

## Форма акта ПЗ-1

Министерства труда  
и социальной защиты  
Республики Беларусь  
и Министерства  
здравоохранения  
Республики Беларусь  
27.01.2004 N 5/3

Форма ПЗ-1

(в ред. постановления Минтруда и соцзащиты, Минздрава  
от 02.04.2007 N 51/28)

УТВЕРЖДАЮ  
Главный государственный  
санитарный врач города (района)

\_\_\_\_\_  
(подпись) (инициалы, фамилия)  
М.П.

\_\_\_\_\_  
(дата)

АКТ N \_\_\_\_\_  
о профессиональном заболевании

\_\_\_\_\_  
(место составления)

\_\_\_\_\_  
(дата составления)

1. Фамилия, имя, отчество потерпевшего (заболевшего)

2. Полное наименование организации, нанимателя, страхователя, у которого работает (работал) потерпевший (заболевший),

3. Юридический адрес организации, нанимателя, страхователя:

4. Форма собственности организации, нанимателя, страхователя

5. Республиканский орган государственного управления, государственная организация, подчиненная Правительству Республики Беларусь (местный исполнительный и распорядительный орган, зарегистрировавший организацию, нанимателя, страхователя),

6. Цех, участок, где работает (работал) потерпевший (заболевший),

7. Сведения о потерпевшем (заболевшем):

7.1. пол: мужской, женский (ненужное зачеркнуть)

7.2. возраст (количество полных лет) \_\_\_\_\_

7.3. профессия (должность) \_\_\_\_\_

разряд (класс) \_\_\_\_\_

7.4. общий стаж работы \_\_\_\_\_

(количество лет, месяцев, дней)

7.5. стаж работы по профессии (должности) \_\_\_\_\_

(количество лет, месяцев, дней)

7.6. стаж работы в контакте с вредными производственными факторами, вызвавшими профессиональное заболевание, \_\_\_\_\_

(количество лет, месяцев, дней)

7.7. вводный инструктаж по охране труда \_\_\_\_\_  
(дата проведения)

7.8. обучение по охране труда по профессии (должности) \_\_\_\_\_  
(дата, количество часов, не требуется)

7.9. проверка знаний по охране труда по профессии (должности) \_\_\_\_\_  
(дата, номер протокола, не требуется)

7.10. инструктаж на рабочем месте по охране труда:

7.10.1. первичный \_\_\_\_\_  
(дата, не требуется)

7.10.2. повторный \_\_\_\_\_  
(дата последнего инструктажа, не требуется)

7.10.3. внеплановый \_\_\_\_\_  
(дата последнего инструктажа, не требуется)

7.10.4. целевой \_\_\_\_\_  
(дата последнего инструктажа, не требуется)

7.11. Медицинские осмотры:

предварительный (при поступлении на работу) \_\_\_\_\_  
(дата, не требуется)

периодический \_\_\_\_\_  
(дата последнего осмотра, не требуется)

8. Дата профессионального заболевания \_\_\_\_\_

9. Дата получения экстренного извещения центром гигиены и эпидемиологии \_\_\_\_\_

10. Организация здравоохранения, установившая диагноз, \_\_\_\_\_  
(наименование)

11. Профессиональное заболевание выявлено \_\_\_\_\_  
(при медосмотре, обращении, посещении на дому)

12. Диагноз:

12.1. предварительный \_\_\_\_\_

12.2. окончательный \_\_\_\_\_

13. Группа учета в государственном регистре \_\_\_\_\_

14. Состояние потерпевшего (заболевшего) на период расследования \_\_\_\_\_

(трудоспособен по своей профессии, переведен на другую работу, госпитализирован, переведен на инвалидность, умер)

15. Обстоятельства, при которых возникло профессиональное заболевание: \_\_\_\_\_

16. Вредные производственные факторы на рабочем месте потерпевшего (заболевшего):

16.1. запыленность воздуха рабочей зоны (концентрация пыли):  
средняя \_\_\_\_\_ максимальная \_\_\_\_\_ ПДК \_\_\_\_\_

16.2. загазованность воздуха рабочей зоны (концентрация веществ):  
средняя \_\_\_\_\_ максимальная \_\_\_\_\_ ПДК \_\_\_\_\_

16.3. уровень шума (параметры в дБА и по частотной характеристике) ПДУ \_\_\_\_\_

16.4. уровень общей и локальной вибрации (параметры по частотной характеристике) \_\_\_\_\_

16.5. другие вредные производственные факторы (расшифровать в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74):

17. Причины профессионального заболевания: \_\_\_\_\_  
(указываются превышения

вредных производственных факторов ПДК (ПДУ)

18. Лица, допустившие нарушения законодательства о труде и охране труда, правил безопасности и гигиены труда, санитарных норм и правил, гигиенических нормативов и других нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов:

(фамилия, имя, отчество, должность, профессия,

в чем выразилось нарушение, пункты, статьи, параграфы нормативных

правовых актов, технических нормативных правовых актов,

локальных нормативных правовых актов)

19. Степень вины потерпевшего \_\_\_\_\_ процентов.

20. Свидетели острого профессионального заболевания: \_\_\_\_\_  
(фамилия,

имя, отчество, должность, место работы, адрес места жительства)

21. Мероприятия по устранению причин профессионального заболевания:

Мероприятие	Срок исполнения	Исполнитель	Отметка о выполнении
1	2	3	4

Врач-гигиенист территориального центра  
гигиены и эпидемиологии \_\_\_\_\_

(должность, подпись)

(инициалы, фамилия)

Государственный инспектор труда  
(подписывает при групповом или  
смертельном профессиональном  
заболевании) \_\_\_\_\_

(должность, подпись)

(инициалы, фамилия)

Лица, принимавшие участие в расследовании:

Уполномоченное должностное лицо организации,  
нанимателя, страхователя \_\_\_\_\_

(должность, подпись)

(инициалы, фамилия)

Уполномоченный представитель профсоюза  
(иного представительного  
органа работников) \_\_\_\_\_

(должность, подпись)

(инициалы, фамилия)

Представитель организации  
здравоохранения \_\_\_\_\_  
(должность, подпись) (инициалы, фамилия)

Представитель страховщика  
(при участии  
в расследовании) \_\_\_\_\_  
(должность, подпись) (инициалы, фамилия)

Потерпевший или лицо,  
представляющее его интересы  
(при участии в расследовании) \_\_\_\_\_  
(подпись) (инициалы, фамилия)

РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ

## **Отчетность о профессиональных заболеваниях**

На основании акта формы ПЗ-1 организация, наниматель, страхователь составляют отчет о профессиональных заболеваниях по установленной форме.

Учет профессионального заболевания, смерть от которого наступила в период временной нетрудоспособности, профессионального заболевания со смертельным исходом осуществляется со дня смерти потерпевшего. Если профессиональное заболевание произошло в прошедшем отчетном периоде, а потерпевший умер в последующем отчетном периоде, то в отчете за прошедший период это профессиональное заболевание учитывается в общей численности потерпевших, а в отчете за последующий период – только в численности потерпевших со смертельным исходом.

Организации, наниматели, страхователи обеспечивают систематическое проведение анализа причин профессиональных заболеваний, рассмотрение их в коллективах работников, разработку и осуществление мероприятий по профилактике профессиональной заболеваемости.

Республиканские органы государственного управления, иные государственные организации, подчиненные Правительству Республики Беларусь, местные исполнительные и распорядительные органы проводят анализ профессиональной заболеваемости, доводят его до сведения подчиненных организаций, рассматривают причины профессиональных заболеваний, разрабатывают с участием нанимателей, страхователей, профсоюзов мероприятия по решению проблем безопасности и гигиены труда, организуют их выполнение.

Министерство здравоохранения, организации здравоохранения осуществляют анализ профессиональной заболеваемости, разрабатывают меры по профилактике профессиональных заболеваний, улучшению их выявления на ранних стадиях, лечению и медицинской реабилитации заболевших профессиональными заболеваниями.

ЖУРНАЛ  
регистрации профессиональных заболеваний  
Начат \_\_\_\_\_ (дата)  
Окончен \_\_\_\_\_ (дата)

№ п/п	Номер акта фор- мы ПЗ-1 и дата его утвер- жде- ния	Фами- лия, имя, отче- ство	Воз- раст (пол- ных лет)	Про- фес- сия, долж- ность	Наиме- нова- ние и адрес органи- зации, нани- мателя, страхо- вателя	Цех, отде- ле- ние, уча- сток	Стаж работы		Вред- ный фактор	Ди- аг- ноз	Наиме- нова- ние ор- ганиза- ции здраво- охра- нения, устано- вившей диагноз профес- сионал- ного за- болева- ния	Профес- сиональ- ное забо- левание выявлено (при целевом медосмот- ре, при обраще- нии)
							в дан- ной про- фес- сии, долж- ности	в контак- те с вред- ным про- изво- дствен- ным фак- тором, выз- вавшим профза- болева- ние				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Примечания:

1. Журнал должен быть пронумерован, прошнурован, заверен печатью уполномоченного должностного лица нанимателя (центра гигиены и эпидемиологии) и скреплен печатью.
2. Срок хранения журнала – 45 лет со дня внесения последней записи.

Министерства труда  
и социальной защиты  
Республики Беларусь  
и Министерства  
здравоохранения  
Республики Беларусь  
27.01.2004 N 5/3  
Форма

ЖУРНАЛ  
учета и наблюдения больных  
профессиональными заболеваниями

№ п/п	Дата взя- тия на учет	Фамилия, имя, отчество	Адрес	Дата первично установленного диагноза проф- заболевания	Диагноз	Экспертная рекомен- дация	Динамическое на- блюдение (даты об- следования в отде- лении профессио- нальной патологии, изменения диагно- за, экспертизы)
1	2	3	4	5	6	7	8

## Контрольные вопросы

1. Какой нормативный правовой акт устанавливает единый порядок расследования, оформления и учета профессиональных заболеваний?
2. Какие профессиональные заболевания подлежат расследованию?
3. Кто участвует в расследовании профессиональных заболеваний?
4. Какие документы составляют в процессе расследования профессиональных заболеваний?
5. Как ведется учет и отчетность по профессиональным заболеваниям?

## Практическая работа № 2

# РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО ВОЗДУХООБМЕНА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

---

**Цель работы** – научиться определять количество вентиляционного воздуха, необходимого для обеспечения соответствия санитарно-гигиенических условий труда требованиям технических нормативных правовых актов (ТНПА).

### Общие сведения

**Воздухообменом** называется количество вентиляционного воздуха, необходимое для обеспечения соответствия санитарно-гигиенических условий труда требованиям технических нормативных правовых актов СанПиН 9-80-98, ГОСТ 12.1.005 [2-4]. Необходимый воздухообмен является исходной величиной для расчета системы вентиляции (подбор вентиляционного оборудования, расчет сечения воздуховодов, систем газоочистки и т. д.).

Расчет количества приточного воздуха, необходимого для общеобменной вентиляции, выполняется из условия выделения в производственном помещении вредных веществ (например, окиси углерода СО) и избытков явного тепла.

### 1. Расчет воздухообмена из условия выделения вредных веществ

Основным назначением общеобменной вентиляции является разбавление содержания вредных веществ в общей атмосфере помещения до предельно допустимой концентрации (ПДК). При выделении в помещении вредных паров, газов или пыли расчет необходимого воздухообмена определяют по формуле:

$$L = \frac{10^6 \cdot G}{K(C_{\text{ПДК}} - C_0)}, \quad (2.1)$$

где  $L$  – необходимое количество подаваемого или удаляемого из помещения воздуха, м<sup>3</sup>/ч;

$G$  – интенсивность выделения рассматриваемого вредного вещества в помещении (определяют расчетным путем или экспериментально), кг/ч;

$K$  – безразмерный коэффициент равномерности распределения вентиляционного воздуха в помещении (при равномерном его распределении принимают  $K = 1$ );

$C_{\text{ПДК}}$  – предельно допустимая концентрация вредного вещества в рабочей зоне помещения, мг/м<sup>3</sup> (приложение 1);

$C_o$  – концентрация этого вещества в поступающем для проветривания помещения воздухе, мг/м<sup>3</sup>.

По определенному расчетом  $L$  устанавливается кратность воздухообмена  $K_{\text{об}}$ , 1/ч, в помещении, т. е. сколько раз в течение часа воздух в нем необходимо заменить свежим для того, чтобы содержание рассматриваемого вредного вещества не превышало ПДК:

$$K_{\text{об}} = \frac{L}{V}, \quad (2.2)$$

где  $V$  – объем проветриваемого помещения, м<sup>3</sup>.

## 2. Расчет воздухообмена из условия выделения избыточного явного тепла

Воздухообмен, необходимый для обеспечения установленной санитарными нормами температуры воздуха в рабочей зоне производственных помещений при наличии тепловыделений, м<sup>3</sup>/ч, рассчитывается по формуле:

$$L = \frac{Q_{\text{изб}}}{0,278\rho(t_{\text{yx}} - t_{\text{пр}})}, \quad (2.3)$$

где  $Q_{\text{изб}}$  – избыточное явное тепло, выделяющееся в помещении, Вт;

$\rho$  – плотность воздуха при рассматриваемой температуре, кг/м<sup>3</sup>.

Плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>:

$$\rho = \frac{353}{273 + t}, \quad (2.4)$$

$t$  – температура воздуха, при которой определяют плотность, °С.

Если давление воздуха отличается от нормального (760 мм.рт.ст., или  $1,01 \cdot 10^5$  Па), то плотность воздуха,  $\text{кг/м}^3$ , определяют по формуле:

$$\rho = 0,4645 \frac{p}{273 + t}, \quad (2.5)$$

где  $t$  – температура воздуха, при которой определяется плотность, °С;  
 $p$  – атмосферное давление, мм.рт.ст.;  
 $t_{\text{yx}}, t_{\text{пр}}$  – температура соответственно уходящего и приточного воздуха, °С.

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{об}} \pm Q, \quad (2.6)$$

где  $Q_{\text{об}}$  – тепловыделения в помещении от технологического оборудования, Вт;  
 $Q$  – выделение тепла от других источников (плюс) или его потери (минус), Вт.  
Для теплого и холодного периода года:

$$t_{\text{yx}} = t_{\text{р.з}} + 3, \quad (2.7)$$

где  $t_{\text{р.з}}$  – температура воздуха в рабочей зоне по санитарным нормам, °С (приложение 2);

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{н}}^{\text{ж.н}} - \text{ для теплого периода года, } ^\circ\text{С};$$

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{р.з}} - 5 - \text{ для холодного периода года, } ^\circ\text{С};$$

$t_{\text{н}}^{\text{ж.н}}$  – средняя температура наружного воздуха в 13 ч наиболее жаркого месяца в районе расположения предприятия, °С.

Значения показателей оптимальных и допустимых норм установлены в зависимости от периода года (холодный, теплый) и категории работ по тяжести (легкие, средние, тяжелые).

Теплый период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха выше 10 °С, а холодный – равной или ниже указанного предела (приложение 2).

По тяжести категории физических работ разделены, исходя из общих энергозатрат организма в Дж/с. К легкой категории Ia относятся работы, производимые сидя, не требующие систематического физического напряжения с энергозатратами до 138 Дж/с, а к категории Ib – производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой, сопровождающиеся физическим напряжением с расходом энергии до 172 Дж/с.

К физическим работам средней тяжести категории Па относятся все виды деятельности, при которых расход энергии равен 172–232 Дж/с, а к категории Пб – 232–293 Дж/с. Работы категории Па – это связанные с ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения, а Пб – работы, выполняемые стоя, связанные с ходьбой, переноской небольших (до 10 кг) тяжестей и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением. Тяжелые физические (категория Пв) – это работы, связанные со систематическим физическим напряжением, в частности, с постоянными передвижениями, переноской и перемещением значительных (более 10 кг) тяжестей, требующих больших физических усилий с энергозатратами более 239 Дж/с.

### Условия задач для самостоятельного решения

**Задача 1.** Определить создаваемый общеобменной вентиляцией воздухообмен и кратность воздухообмена, при которых запыленность воздуха на рабочих местах в производственном помещении объемом  $V$ , м<sup>3</sup>, не будет превышать предельно допустимую концентрацию  $C_{пдк}$ , мг/м<sup>3</sup>. При работе технологического оборудования и производственных процессов в помещение поступает  $G$ , кг/ч, пыли. Подаваемый в помещение воздух содержит  $C_o$ , мг/м<sup>3</sup>, аналогичной пыли. Коэффициент равномерности распределения вентиляционного воздуха равен  $K$ .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$V$ , м <sup>3</sup>	500	1000	900	800	3000
$G$ , кг/ч	0,007	0,010	0,020	0,010	0,020
$C_o$ , мг/м <sup>3</sup>	0,8	0,2	0,1	0,4	0,1
$K$	0,9	1,0	0,8	1,0	0,8
$C_{пдк}$ , мг/м <sup>3</sup>	4	6	10	3	3
Вид пыли	Зерновая	Мучная	Сахарная	Табачная	Чайная

**Задача 2.** Во сколько должен быть увеличен создаваемый общеобменной вентиляцией воздухообмен в помещении любого объема для обеспечения предельно допустимой концентрации  $C_{пдк}$ , мг/м<sup>3</sup>, в рабочей зоне, если при сохранении постоянным количества поступающего в него вредного вещества  $G$  (кг/ч) его содержание в поступающем для проветривания помещения воздухе изменится с  $C_{o1}$  до  $C_{o2}$ , мг/м<sup>3</sup>. Коэффициент равномерности распределения вентиляционного воздуха равен 1.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
Вредное вещество	Оксид углерода	Сернистый газ	Пыль зерновая	Оксид углерода	Аммиак
ПДК, мг/м <sup>3</sup>	20	10	10	20	20
$C_{o1}$ , мг/м <sup>3</sup>	6	2	0	6	3
$C_{o2}$ , мг/м <sup>3</sup>	12	5	3	18	9

**Задача 3.** Какое количество пыли или газов  $G$ , кг/ч, может выделяться в производственное помещение, если вентиляционная система подает в него воздух в количестве  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, при условиях, указанных в таблице.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
Вредное вещество	Аммиак	Оксид углерода	Пыль мучная	Сернистый газ	Хлор
$C_o$ , мг/м <sup>3</sup>	3,0	1,0	0,3	2,0	0,2
$K$	1,0	0,9	1,0	0,8	0,9
$L$ , м <sup>3</sup> /ч	4000	2600	2000	3000	3500
ПДК, мг/м <sup>3</sup>	20	20	6	10	1

**Задача 4.** Определить производительность общеобменной вентиляции  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, обеспечивающей в теплый период года удаление теплоизбытков  $Q_{изб}$ , Вт, из производственного помещения и поддержание максимально допустимой температуры воздуха в рабочей зоне  $t_{p,z}$  на постоянных рабочих местах. Средние затраты энергии одним работающим  $q$ , Вт. Тепловыделения в помещении от технологического оборудования равны  $Q_{об}$ , Вт, от электродвигателей  $Q_{э.д}$ , Вт, и приток тепла от солнечной инсоляции –  $Q_c$ , Вт. Средняя температура наружного воздуха в 13 часов наиболее жаркого месяца  $t_n^{ж.н}$ .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$q$ , Вт	250	200	150	230	145
$Q_{об}$ , Вт	5000	3000	6000	4000	5000
$Q_{э.д}$ , Вт	500	700	400	300	800
$Q_c$ , Вт	10000	20000	20000	15000	10000
$t_n^{ж.н}$ , °С	21	23	24	25	22

### Контрольные вопросы

1. Что такое кратность воздухообмена?
2. Чем характеризуются работы I, II и III категорий?
3. В зависимости от каких факторов определяются значения показателей оптимальных и допустимых метеорологических условий на рабочих местах?
4. С какой целью определяется величина воздухообмена?

## Практическая работа № 3

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ АВТОХОЗЯЙСТВ

---

**Цель работы:** научиться определять количество вредных веществ, выделяющихся в помещениях предприятий по обслуживанию автомобилей.

### Общие сведения

Суммарные количества выделяющихся вредных веществ в помещении являются исходными для расчета воздухообмена вентиляционной системы, разработки других коллективных средств защиты от вредных производственных факторов и подбора средств индивидуальной защиты.

Ряд технологических процессов на предприятиях по обслуживанию автомобилей сопровождается значительным выделением вредных веществ. Производственные загрязнения воздушной среды весьма разнообразны: окись углерода, окись азота, входящие в состав отработавших газов (ОГ) автомобилей, пары этилированного и неэтилированного бензина, серная и соляная кислоты, пары нефтепродуктов, растворители нитрокрапок, этилацетат, бутилацетат, уайт-спирит, свинец и др., при этом концентрации вредных веществ в рабочей зоне колеблются в широких пределах.

Многие технологические процессы сопровождаются выделением пыли. В первую очередь, при абразивной обработке металлов, сварочных работах, обработке древесины и т. д.

В таблице 3.1 перечислены основные вредные вещества, выделяемые при выполнении различных видов работ в автохозяйствах.

Несоблюдение профилактических мероприятий при выполнении работ и незнание определенных свойств этих веществ может привести к серьезным заболеваниям работающих и даже к смерти.

## Выделение вредных веществ при выполнении работ в автохозяйствах

Характер работ	Производственные вредности
1. Мойка автомобилей	Водяные пары, щелочь, окись углерода, окислы азота, акролеин, альдегиды
2. Мойка узлов и деталей	Пары керосина, щелочь, поверхностно-активные вещества
3. Медницкие работы, пайка, лужение	Аэрозоль свинца, пары кислот, окись углерода, теплоизбытки
4. Ремонт топливной аппаратуры двигателей, работающих на бензине	Тетраэтилсвинец (при работе на этилированном бензине), пары керосина, бензина, углеводороды нефти
5. Испытание двигателей	Окись углерода, пары бензина, альдегиды, окислы азота
6. Окрасочные работы	Краскозоли, пары растворителей (ксилол, толуол, этилацетат, бутилацетат, уайт-спирит)
7. Кузнечные, термические, сварочные работы	Высокая температура, лучистое тепло, масляный аэрозоль, окись углерода, ультрафиолетовое излучение, ингредиенты в зависимости от марок применяемых электродов
8. Зарядка и ремонт аккумуляторов	Пары кислот, аэрозоль свинца
9. Обойные работы	Пыль органическая
10. Шиномонтажные и вулканизационные работы	Пыль резины, пары бензина
11. Ремонт и регулировка агрегатов	Пары керосина, углеводороды
12. Помещения для хранения автомобилей, зоны ТО, ТР, ЕО	Окись углерода, пары бензина, углеводороды, окись азота, альдегиды
13. Ремонт пневмооборудования	Углеводороды нефти
14. Столярные работы	Пыль древесная
15. Ремонт тормозных систем	Пыль асбестовая, фенол, формальдегид
16. Диагностическое отделение	Окись углерода, пары бензина, углеводороды, окись азота, альдегиды
17. Ремонт двигателей	Тетраэтилсвинец (при работе на этилированном бензине), углеводороды нефти
18. Слесарно-механические работы	Пыль металлическая и абразивная, масляный аэрозоль

**Характеристика основных вредных выделений**

**Окись углерода (CO)** – бесцветный газ, не имеющий запаха. Образуется в результате неполного сгорания топлива в двигателях внутреннего сгорания

и котельных установках. Его содержание в ОГ двигателей достигает 3 %. CO, попадая с воздухом в легкие человека, вступает в реакцию с гемоглобином крови. При этом вытесняется кислород и образуется стойкое соединение с гемоглобином – карбоксигемоглобин. Все это приводит к кислородному голоданию организма. Отравление может наступить в гараже или другом закрытом помещении при работе двигателя, а также в кабине автомобиля, когда в нее из-за различных неисправностей проникают ОГ своего и предшествующих автомобилей. Лишенная всяких внешних признаков, окись углерода в течение долгого времени остается совершенно незамеченной. Окись углерода очень токсична, содержание ее в воздухе 0,8 % объема вызывает смерть. Даже незначительное количество CO блокирует кислород в крови, ослабляя тем самым деятельность мозга и его отдельных центров. Начальные проявления действия CO появляются при незначительных концентрациях: ощущение угара, дурноты, головная боль, сонливость, потеря ориентировки, снижение быстроты реакции и остроты зрения. Самое опасное – незаметность первых признаков отравления и внезапное наступление мышечной слабости, которая может помешать пострадавшему вовремя без посторонней помощи покинуть загазованное помещение. Нередко первые признаки отравления CO принимаются за проявление усталости, недосыпания. При длительном воздействии CO на организм развиваются хронические заболевания. Симптомами хронического воздействия CO на организм являются головная боль, бессонница, нервозность, быстрая утомляемость. Первые симптомы обнаруживаются после 2–3 месяцев воздействия CO.

**Свинец** – выделяется в воздушную среду при пайке радиаторов, бензобаков, при ремонте аккумуляторов и др. Для свинца характерно развитие хронических отравлений. Отравление формируется медленно и проявляется поражениями периферической и центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, органов кроветворения, нарушением витаминного обмена, иммунобиологических реакций, свинцовыми параличами.

**Тетраэтилсвинец (ТЭС)** – входит в состав жидкости, добавляемой к бензину в качестве антидетонатора. Тетраэтилсвинец быстро проникает в организм через дыхательные пути, кожу, желудочно-кишечный тракт, вызывает острые и хронические отравления. Острое отравление ТЭС возникает в аварийных ситуациях при поступлении в организм больших его концентраций, характеризуется быстрым развитием острого психоза. При меньших концентрациях ТЭС у пострадавших вначале появляются головная боль, слабость, нарушение памяти, расстройство сна, подавленное настроение, беспокойство, состояние, напоминающее алкогольное опьянение.

**Бензин** – отравление может наступить при вдыхании паров неэтилированного бензина, который обладает наркотическим действием и вызывает изменения со стороны крови. При отравлении парами бензина легкой и средней степени появляется состояние опьянения, головокружение, головная боль, психическое возбуждение, сердцебиение, покраснение лица, дрожание, тошнота, рвота. При более длительном пребывании в помещении с высокой концентрацией бензина развивается бессознательное состояние, судороги, поверхностное и редкое дыхание. При хронической интоксикации парами бензина наблюдаются вялость, быстрая утомляемость, головные боли, дрожание пальцев рук. При неосторожном спуске рабочего в цистерны, содержащие бензин, может наступить молниеносная смерть от рефлекторной остановки дыхания.

**Акролеин ( $CH_2CHCHO$ )** – поступает в воздух производственных помещений автохозяйств вместе с ОГ при работе дизельных двигателей. Акролеин – это бесцветная жидкость с острым раздражающим запахом пригорелых жиров. Он вызывает сильное раздражение верхних дыхательных путей, воспаление слизистой оболочки глаз, возможно головокружение, приливы крови к голове.

**Оксиды азота ( $NO_2$ )** – образуются при сжигании всех видов топлива, в том числе и нефтепродуктов. При высоких температурах происходит окисление азота атмосферного воздуха. Установлено, что на один километр пробега автомобиля выбрасывается в среднем в воздух 3,7 г  $NO_2$ . Оксиды азота способствуют поражению легких, снижают сопротивляемость к заболеваниям острыми респираторными заболеваниями, а также световую чувствительность глаз.

**Углеводороды ( $C_nH_m$ )** – выделяются в атмосферный воздух с ОГ и с картерными газами, в которых содержится до 80 %  $C_nH_m$ . Выбросы  $C_nH_m$  от работы автомобильных двигателей опасны для здоровья людей, так как многие из них канцерогенны. Наибольшей активностью обладает бенз(а)пирен. Одна из причин увеличения распространения раковых заболеваний связана с ростом выброса автомобилями в атмосферу, в основном, этих составляющих ОГ. Кроме того, углеводороды оказывают отрицательное влияние на состав крови. Непредельные углеводороды ряда этилена вызывают изменение функционального состояния центральной нервной системы.

**Сажа** – образуется в результате термического распада молекул углеводорода в условиях сильного недостатка кислорода. При работе дизельного двигателя в среднем выбрасывается до 16–18 кг сажи на 1 т сжигаемого топлива. Токсичность сажи объясняется тем, что она является адсорбентом для канцерогенных углеводородов, в том числе и наиболее активного из них бенз(а)пирена.

Кроме того, сажа и смолы раздражают дыхательные пути, слизистые оболочки глаз и носоглотки, вследствие чего возникают хронические заболевания этих локализаций. Попадая на кожу, они вызывают закупорку пор, что ведет к кожным заболеваниям.

**Пыль** – (твердые частицы) образуется в следующих процессах:

- горение топлива (зольный песок);
- обдирка, заточка, шлифовка и полировка деталей, инструмента;
- пульверизационная окраска изделий на окрасочных участках;
- сжигание электродов при сварочных работах;
- деревообработка;
- износ шин при движении автомобилей.

Пыль подразделяется на органическую (древесная, хлопковая и т. д.), неорганическую (металлическая, абразивная, минеральная) и смешанную.

По действию на организм человека пыль рассматривается как ядовитая (свинцовая) и неядовитая (угольная, песчаная и др.). Пыль раздражает слизистую оболочку дыхательных органов, глаз и кожные покровы; является переносчиком бактерий и вирусов; снижает освещенность производственных помещений.

**Окислы серы** – образуются при сжигании топлива в камерных топках. При этом практически вся сера переходит в сернистый ангидрид. Сернистый газ ядовит, раздражает слизистые оболочки глаз и дыхательных путей. Длительное его вдыхание даже в небольших количествах приводит к хроническим заболеваниям легких. Окисляясь в воздухе до  $SO_2$ , далее соединяясь с водой воздуха, сернистый газ образует серную кислоту. Последняя отрицательно воздействует на окружающую среду.

**Кислоты (аккумуляторная серная кислота  $H_2SO_4$ , соляная кислота  $HCl$ )** при попадании на кожу вызывают ожоги. При вдыхании паров кислот возникает раздражение верхних дыхательных путей, конъюнктивы глаз. Высокие концентрации этих паров вызывают рвоту с кровью, пневмонии. При хроническом отравлении наблюдаются раздражение конъюнктивы, слизистой оболочки верхних дыхательных путей, гипертрофические и атрофические риниты, возможны изъязвление и прободение носовой перегородки, ларингиты, трахеиты, бронхиты. Наблюдается поражение зубов.

**Щелочи ( $NaOH$ ;  $KOH$ )** – используются при обезжиривании и мойке автомобильных двигателей и других агрегатов, а также в щелочных аккумуляторах. Действуют прижигающе на кожу и слизистые верхних дыхательных путей, вызывая воспалительные, атрофические и гипертрофические процессы.

*Ароматические углеводороды (производные бензола  $C_6H_6$ )* применяются как растворители красок, лаков, мастик, клеев. Пары ароматических углеводородов в высоких концентрациях обладают более или менее выраженным наркотическим действием. При хронических отравлениях ароматическими углеводородами наблюдаются поражения кровеносных органов, крови, изменения в сосудистой системе. Они оказывают местное раздражение на слизистые оболочки и кожу, вызывают расстройство пищеварения. Применяемый в качестве растворителя ацетон также обладает наркотическим действием, раздражает кожу. При отравлении ацетоном возникают головные боли, головокружение, общая слабость, состояние легкого опьянения.

*Антифриз (смесь воды и этиленгликоля)* применяется в качестве средства для предупреждения замерзания жидкости в системе охлаждения двигателей. Вдыхание его паров малотоксично, однако при длительном воздействии больших концентраций отмечаются раздражение глаз, верхних дыхательных путей, повышенная сонливость, кратковременный наркоз, иногда потеря сознания.

При приеме внутрь после кратковременного опьянения с относительно хорошим самочувствием в последующие 10–12 часов не наблюдается каких-либо болезненных проявлений. Затем появляются головные боли, головокружение, тошнота, рвота, боли в животе, жажда, возбуждение, холодный пот, путанность сознания. На 3–10-й день, в зависимости от индивидуальной чувствительности к яду, может возникнуть тяжелое нарушение функции почек, вплоть до полного прекращения выделения мочи. Если заболевание прогрессирует, может наступить смерть.

При нагревании или образовании аэрозоля антифриза необходимо оборудовать местные вентиляционные отсосы, использовать респираторы или противогазы с фильтром.

**Смазочные масла.** Основными компонентами нефтяных масел являются алифатические, ароматические и нафтеновые углеводороды с примесью их кислородных, сернистых и азотных производных.

Для повышения смазывающих свойств в масла добавляются различные активизирующие вещества, из которых наибольшее распространение в промышленности получила сера. Такие масла называются осерненными или сульфированными. Для получения специальных технических свойств в нефтяные масла часто вводятся различные присадки (полиизобутилен, соединения железа, меди и др.).

При вдыхании аэрозолей нефтепродуктов могут развиваться масляные пневмонии, раздражение слизистых оболочек. Токсичность смазочных масел усиливается с повышением температуры кипения масляных фракций, с повышением их кислотности, с увеличением в их составе количества ароматических углеводородов, смол и сернистых соединений. Возможны острые отравления при чистке цистерн из-под нефтяных масел, а также при чистке аэрозолями охлаждающих масел у работающих в помещениях с высокой температурой. У рабочих, имеющих постоянный контакт со смазочными маслами, выявляются вегетативно-сосудистые нарушения с явлениями спазма периферических сосудов и вегетативных полиневритов.

**Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ)** применяются при обработке металлов резанием. Основу СОЖ и эмульсий составляют нефтяные масла (веретенное, машинное, фрезол, соляровое и индустриальное). Добавками к ним служат минеральные и органические соединения, поверхностно-активные вещества (ПАВ), петролатум и другие соединения.

Эмульсии представляют собой 3–10 % водные растворы минерального масла, нафтеновых и олеиновых кислот и неорганических щелочей, иногда с добавлением спирта. Для нейтрализации свободных органических кислот в состав эмульсии в обязательном порядке вводится раствор кальцинированной соды 0,3–0,5 %.

Кроме минеральных масел в качестве СОЖ используются растворы кальцинированной соды (1,5–2 %). В процессе применения эмульсий состав их значительно изменяется, так как вследствие испарения воды при нагревании повышается содержание минерального масла и щелочность, увеличивается загрязнение металлическими и минеральными примесями, возрастает бактериальная флора.

Попадая на вращающийся с большой скоростью режущий инструмент или деталь, СОЖ разбрызгивается и загрязняет одежду рабочего, открытые части тела, воздушную среду рабочего помещения. Загрязнение тела СОЖ приводит к развитию профессионального заболевания кожи, масляных фолликулитов (угрей). Нефтяные масла, если к ним не добавляются раздражающие вещества (щелочи, керосин, скипидар), не вызывают ни дерматозов, ни экзем.

Кроме местного действия на кожу, смазочно-охлаждающие нефтяные масла и их водные эмульсии могут оказывать раздражающее действие на слизистые оболочки верхних дыхательных путей и общее действие на организм при поступлении их в воздух производственных помещений в виде тумана.

Кроме того, в воздушную среду производственных помещений могут выделяться газообразные углеводороды, образующиеся в результате возгонки масел из-за нагревания их режущим инструментом и обрабатываемым металлом. Вдыхание углеводородов может оказать общее действие на организм.

В приложении 1 приведены предельно допустимые концентрации вредных веществ, наиболее характерных для воздуха рабочей зоны автохозяйств.

При определении воздухообмена вентиляционной системы интенсивность выделения рассматриваемого вредного вещества в помещении определяют экспериментально или расчетным путем.

### **Методика ориентировочного расчета количества газовыделений, вредных паров и пыли**

*В помещениях участков диагностики и технического обслуживания, ремонтно-монтажном* количество вредных выделений от работающего дизельного двигателя определяют по формуле:

$$G_d = (160 + 13,5V_{ц}) \frac{P}{100} \cdot \frac{t}{60}, \quad (3.1)$$

где  $G_d$  – количество вредных выделений от работающего дизеля, кг/ч;

$V_{ц}$  – рабочий объем цилиндров двигателя, л;

$P$  – содержание вредностей в отработавших газах, %; (объемная часть вредных веществ в отработавших газах дизельных двигателей (оксида углерода 0,005...0,07 %; оксидов азота 0,07...0,009 %; альдегидов 0,02...0,05 %).

$t$  – время работы двигателя, мин.

При работе карбюраторного двигателя

$$G_k = 15(0,6 + 0,8V_{ц}) \frac{P}{100} \cdot \frac{t}{60}. \quad (3.2)$$

Количество аэрозолей свинца при работе карбюраторного двигателя на этилированном бензине будет равно:

$$G_c = \frac{0,05C(0,6 + 0,8V_{ц})}{100} \cdot \frac{t}{60}, \quad (3.3)$$

где  $C$  – содержание тетраэтилсвинца в бензине, г/кг ( $C = 0,05...0,10$  %).

Время работы двигателей в помещениях принимают: при разогреве – 2 мин; при установке на пост (линию) технического обслуживания –

1,0...1,5 мин; при рейсировании и выезде (въезде) – 0,2...0,5 мин; на каждые 10 м пути при перемещении с поста на пост своим ходом – 1,0...1,5 мин; при регулировке двигателя – 10...15 мин.

Содержание вредных веществ в отработавших газах (*P*) приведено в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Содержание вредных веществ в отработавших газах, % к массе

Условия работы двигателя	Дизельные двигатели			Карбюраторные двигатели	
	Окись углерода	Окись азота	Альдегиды	Окись углерода	Аэрозоли свинца
Разогрев в помещении	0,071	0,007	0,510	6,0	0,0025
Рейсирование в помещении	0,054	0,009	0,037	4,0	0,0018
Въезд в помещение и установка на место	0,035	0,005	0,022	2,0	0,0010

**На участке сварки** работы сопровождаются выделением сварочных аэрозолей и вредных газообразных веществ (фтористого водорода, окислов азота, окиси углерода и др.). При определении количества выделяющихся вредных веществ во время сварки (резки) учитывают удельные показатели их выбросов (табл. 3.3, 3.4).

Таблица 3.3

Удельные выделения вредных веществ при сварке (наплавке) металлов  
(г на 1 кг электродов)

Марка электрода	Сварочные аэрозоли	Твердые частицы			Вредные газы		
		В том числе			Фтористый водород	Окислы азота	Окись углерода
		окислы марганца	окислы хрома	фториды			
1	2	3	4	5	6	7	8
У ОНИ-13/45	14,0	0,51	-	1,40	1,00	-	-
УОНИ-13/55	18,6	0,97	-	2,60	0,93	-	-
ЭА-60В/11	11,0	0,68	0,60	-	0,004	1,30	1,40
АНО-3	17,8	1,85	-	-	-	-	-
АНО-5	14,0	1,87	-	-	-	-	-
АНО-9	16,0	0,90	-	1,13	0,47	-	-
ОМА-2	9,2	0,83	-	-	-	-	-
ЦЧ-4	13,8	0,43	-	-	1,87	-	-
СМ-11	-	12	1,1	47,5	-	-	-
К-5	-	17,2	1,2	60	-	-	-

Окончание таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8
К-70, К-80	-	16	1,2	26	-	-	-
ОММ-5	-	67,2	1,1	-	-	-	-
ОЗС-2	-	20	1,1	52	-	-	-
ОЗЧ-1	14,7	0,47	-	-	1,65	-	-
ОЗЧ-3	14,0	0,49	0,18	-	1,97	-	-
МНЧ-2	20,4	0,92	-	-	1,34	-	-
Т-590	45,5	-	3,70	-	-	-	-

Количество вредных выделений при сварке определяют по формуле

$$G_a = 10^{-3} \cdot M_э \cdot q_a, \quad (3.4)$$

где  $G_a$  – количество сварочного аэрозоля, кг/ч;

$M_э$  – максимальный расход электродов, кг/ч;

$q_a$  – удельное выделение аэрозоля, г/кг.

Аналогично определяют количество выделяющихся при сварке вредных газов.

**При газовой резке** количество выделяющихся вредных веществ можно определить по таблице 3.4.

Таблица 3.4

Выделение вредных веществ при газовой резке металлов

Материал	Толщина, мм	Сварочный аэрозоль				Газы			
		г/1 м резки	г/ч	в том числе		Окись углерода		Окись азота	
				окись марганца, г/ч	окись хрома, г/ч	г/1 м резки	г/ч	г/1 м резки	г/ч
Сталь углеродистая	5	2,25	74,0	2,31	-	1,50	49,5	1,18	39,0
	10	4,50	431,0	3,79	-	2,18	63,4	2,20	64,1
	20	9,0	200,0	6,00	-	2,93	65,0	2,40	53,2
Сталь легированная	5	2,50	82,5	-	3,96	1,30	42,9	1,02	33,6
	10	5,00	145,0	-	6,68	1,90	55,9	1,49	43,4
	20	10,00	222,0	-	10,35	2,60	57,2	2,02	40,9

На участке окраски ремонтируемых объектов расчет выделения загрязняющих веществ следует вести отдельно для пигмента краски и для растворителя. Количество выделяющихся твердых загрязняющих частиц рассчитывают по формуле:

$$G_m = M_k \cdot f_c \cdot \sigma_n \cdot 10^{-4}, \quad (3.5)$$

где  $G_m$  – количество образующихся твердых частиц, кг/ч;

$M_k$  – количество израсходованной эмали (краски), кг/ч;

$f_c$  – количество неиспаряющейся краски сухой остаток (табл. 3.5);

$\sigma_n$  – потери краски в виде аэрозоля в зависимости от способа окраски (табл. 3.6), %.

Таблица 3.5

Состав эмалей и грунтовок

Растворитель	Эмаль						Грунтовка		
	МЛ-	МЛ-	НЦ-	ПФ-	МС-	НЦ-	МЛ-	ГФ-	ФЛ-
	152,	197	11	115	17	25	029	0 1 7	03К
Ацетон	-	-	-	-	-	4,62	-	-	-
Бутилацетат	-	-	13,75	-	-	6,60	-	-	-
Бутиловый спирт	12,9	21,89	5,50	-	-	9,9	26,0	-	-
Ксилол	24,6	38,67	-	22,5	60,0	-	32,8	50,0	15,0
Уайт-спирит	8,06	0,04	-	22,5	-	-	-	-	-
Толуол	-	-	13,75	-	-	29,7	2,2	-	15,0
Этиловый спирт	-	-	8,25	-	-	9,9	-	-	-
Этилацетат	-	-	13,75	-	-	-	-	-	-
Сольвент	8,72	-	-	-	-	-	-	-	-
Этилцеллозольв	-	-	-	-	-	5,28	-	-	-
Изобутиловый спирт	5,58	-	-	-	-	-	-	-	-
Бензин	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-
Летучая часть	62	61	55	45	60	66	61	50	30
Сухой остаток	38	39	45	55	40	34	39	50	70

Таблица 3.6

## Выделение загрязняющих веществ при окраске

Способ нанесения краски (эмали)	Выделение вредных компонентов		
	Потеря краски в виде аэрозоля	Выделение растворителя	
		при окраске	при сушке
Распыление:			
пневматическое	30	25	75
безвоздушное	2,5	23	77
пневмоэлектростатическое	3,5	20	80
электростатическое	0,3	50	50
Вручную кистью или валиком	-	50	50

Выброс паров растворителей, если окраска и сушка проводятся в одном помещении, рассчитывают по формуле:

$$G_p = M_k f_i f_l \cdot 10^{-4}, \quad (3.6)$$

где  $G_p$  – количество выделяющихся паров  $i$ -го вещества, входящего в состав растворителя эмали, кг/ч;

$f_i$  – доля испаряющейся (летучей) части краски (табл. 3.5), %;

$f_l$  – количество летучего  $i$ -го загрязняющего вещества в краске (табл. 3.7), %.

Таблица 3.7

## Состав растворителей

Компонент летучей части	Растворитель						
	№646	№648	РМЛ-218	РКБ-1	РЛ-278	Р-4	Р-5
Ацетон	7	-	-	-	-	26	30
Бутиловый спирт	10	20	9	50	20	-	-
Бутилацетат	10	50	9	-	-	12	30
Ксилол	-	-	23,5	50	30	-	40
Толуол	50	20	23,5	-	25	62	-
Этиловый спирт	15	10	16	-	15	-	-
Этилцеллозольв	8	-	3	-	10	-	-
Этилацетат	-	-	16	-	-	-	-

На гальваническом участке массу вредных веществ (г), поступающих в воздух помещения при гальваническом покрытии деталей, можно рассчитать по формуле:

$$G_{вп} = K_p F \delta v_{в}, \quad (3.7)$$

где  $K_p$  – концентрация вещества в растворе, г/л;

$F$  – площадь покрытия, м<sup>2</sup>;

$\delta$  – толщина покрытия (10...20 мкм);

$v_b$  – удельный унос вещества, отнесенный к 1 м<sup>2</sup> обрабатываемой площади на 1 мкм толщины покрытия, л/м<sup>2</sup>·мкм (табл. 3.8).

Таблица 3.8

Удельный вынос вещества из ванн

Технологический процесс	Вредное вещество	$v_b$ , л/м <sup>2</sup> ·мкм
1. Хромирование	Хромовый ангидрид	0,05
2. Молочное хромирование	Хромовый ангидрид	0,1
3. Цианирование	Цианистые электролиты	0,015
4. Никелирование, кадмирование, меднение, свинцевание, лужение, цинкование в кислотных электролитах	Пары кислот	0,001-0,005
5. То же в щелочных электролитах	Пары щелочей	0,01-0,05

**При зарядке аккумуляторных батарей** максимальное количество загрязняющих веществ выделяется в конце зарядки. Для расчета выбросов серной кислоты на участке зарядки аккумуляторных батарей в мастерской используют значение удельного выделения аэрозоля кислоты, которое принимают равным 1 мг/А·ч.

Выброс серной кислоты подсчитывают по формуле:

$$G_k = q_k (C_1 a_1 + C_2 a_2 + \dots + C_n a_n), \quad (3.8)$$

где  $G_k$  – количество выделяющейся серной кислоты, мг;

$q_k$  – удельное выделение серной кислоты, мг/кг;

$C_{1...n}$  – номинальные емкости одновременно заряжаемых батарей, А·ч;

$a_n$  – количество батарей соответствующей емкости.

**На медницком участке** при ремонте радиаторов, баков используют мягкие припои, содержащие свинец и олово. Расчет выбросов вредных веществ производят отдельно по свинцу и олову по формуле:

$$G_a = 10^{-3} M_3 \cdot q_a, \quad (3.9)$$

где  $G_a$  – количество вредного аэрозоля, кг/ч;

$M_3$  – максимальный расход припоя, кг/ч;

$q_a$  – удельное выделение аэрозоля, г/кг.

Удельное выделение загрязняющих веществ определяют по таблице 3.9.

Таблица 3.9

Удельное выделение загрязнений на участках

Вид выполняемых работ	Применяемые вещества и материалы	Загрязняющее вещество	
		наименование	удельное количество, г/кг
Пайка паяльником	Припой ПОС-30, ПОС-40, ПОС-60, ПОС-70	Свинец,	0,51
		окислы олова	0,28
Приготовление, нанесение и сушка клея	Технический каучук, бензин -	Бензин	900
Вулканизация покрышек	Протекторная и прослоенная резина	Сернистый ангидрид,	0,0054
		дивинил,	0,0213
		изопрен	0,0162
Вулканизация камер	Вулканизированная резина	Сернистый ангидрид	0,0054
Испытание топливных насосов	Дизельное топливо	Углеводороды	317
Проверка форсунок	То же	То же	788

Расчет выбросов загрязняющих веществ *на участках вулканизационном, проверки и регулировки топливной аппаратуры* производится также по удельным выделениям загрязнений (табл. 3.9).

*При мойке деталей и агрегатов* применяют синтетические моющие средства (СМС) на основе кальцинированной соды (лабомид-101, лабомид-102, МС-6 и др.), раствор каустической соды, керосин и т. д. Выброс загрязняющего вещества при мойке определяют по формуле:

$$G_3 = 3600 q_s F, \quad (3.10)$$

где  $G_3$  – количество выделяющихся вредностей, г/ч;

$q_s$  – удельные выделения (выброс) загрязняющих веществ при мойке, г/(с·м<sup>2</sup>) (табл. 3.10);

$F$  – площадь зеркала ванны, м<sup>2</sup>.

Таблица 3.10

Удельные выделения загрязняющих веществ при мойке деталей и агрегатов

Моющее средство	Концентрация, г/л	Температура, °С	Загрязняющее вещество	Удельное количество, г/(с·м <sup>2</sup> )
Синтетические моющие средства	10...20	75...90	Натрия карбонат	0,0016
Каустическая сода	10...15	90	Натрия гидроокись	0,0550
Керосин	-	-	Углеводороды	0,0433

При сжигании газообразного, жидкого или твердого топлива в топках часть продуктов сгорания проникает в помещения. Количество окиси углерода CO или сернистого газа SO<sub>2</sub>, которые в этом случае поступают в помещение, определяется по формуле:

$$G_r = M_z B_t, \quad (3.11)$$

где  $M_z$  – количество вредных выделений, образующихся при сгорании 1 кг топлива (табл. 3.11), кг/ч;

$B_t$  – расход сжигаемого топлива, кг/ч.

Таблица 3.11

Количество вредных веществ, поступающих в помещение при сжигании топлива

Оборудование	Содержание	
	окиси углерода	сернистого газа
1. Сварка. Печи отжига:		
на природном газе	8,5	-
на мазуте	7,8	5
2. Кузница. Печи нагревательные:		
на природном газе	7,0	-
на мазуте	7,0	5,2

### Условия задач для самостоятельного решения

**Задача 1.** Определить количество выделяющихся вредностей в виде твердых частиц в сварочном отделении ремонтной мастерской, если в нем одновременно работают четыре сварочных поста. При сварке используются

электроды ОММ-5, расход которых за смену составляет  $G_3$  (кг), продолжительность смены –  $t_{см}$ .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$G_3$ , кг	250	200	150	230	145
$t_{см}$ , ч	7	8	6	7	8

**Задача 2.** Определить количество выделившихся за смену загрязняющих веществ на участке вулканизации покрышек, если расход протекторной резины составил  $G_3$ , кг/ч, продолжительность смены –  $t_{см}$ .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$G_3$ , кг/ч	2,0	2,5	1,0	1,5	0,8
$t_{см}$ , ч	7	8	6	7	8
<i>Загрязняющее вещество</i>	<i>Сернистый ангидрид</i>	<i>Дивинил</i>	<i>Сернистый ангидрид</i>	<i>Изопрен</i>	<i>Дивинил</i>

### Контрольные вопросы

1. Какие вредные вещества могут выделяться в производственное помещение на участке мойки узлов и деталей?
2. Какие вредные вещества могут выделяться в производственное помещение на участке окрасочных работ?
3. Какие вредные вещества могут выделяться в производственное помещение на участках производства кузнечных, термических, сварочных работ?
4. Какое вредное воздействие на организм человека оказывают пары свинца?
5. В чем состоит сущность расчета вредных выделений при сварке?

Практическая работа № 4

## РАСЧЕТ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

---

**Цель работы** – изучение методики расчета естественной вентиляции животноводческих помещений.

### Общие сведения

Одним из важнейших условий повышения эффективности производства животноводческой продукции является создание и поддержание заданного микроклимата в помещениях ферм и комплексов.

Вентиляция помещений производится с целью создания благоприятного микроклимата для здоровья и продуктивности животных, а также для сохранения строительных материалов и конструкций зданий. В плохо вентилируемых помещениях у животных более часто возникают незаразные и заразные заболевания, что может привести к большим непроизводительным потерям для хозяйств.

При вентилировании животноводческих помещений теплый, влажный, загрязненный воздух непрерывно должен заменяться сухим, прохладным, чистым воздухом. Это способствует оптимизации потребления корма, поддержанию в сухом состоянии мест отдыха и проходов, сохранению здоровья животных.

В течение года параметры климата существенно меняются, поэтому помещения для животных должны строиться и эксплуатироваться так, чтобы температура воздуха, влажность и скорость его движения были как можно более постоянными.

В животноводческих помещениях применяют разные по принципу действия и конструктивным особенностям вентиляционные системы: с естественным побуждением тяги воздуха, с механическим побуждением тяги, комбини-

рованные. Выбор той или иной вентиляционной системы для животноводческих помещений определяется природно-климатическими условиями, строительно-планировочными особенностями помещения, способом содержания животных. Искусственные системы вентилирования зданий наиболее эффективные, но они требуют значительных энергетических затрат. Поэтому нередко применяются системы вентиляции с естественным побуждением как менее затратные, однако их работа значительно труднее поддается регулированию.

Система естественной вентиляции очень проста и не требует затрат на ее эксплуатацию. Одним из вариантов естественной вентиляции является трубная система. Основные элементы этой системы – вытяжные трубы, которые выводятся через потолок на крышу, и приточные каналы, расположенные в верхней части стен. Вытяжные трубы имеют специальную насадку – дефлектор, усиливающий вытяжку воздуха и преграждающий путь дождю и снегу. Вытяжные трубы надо периодически прочищать, следить за тем, чтобы они были утеплены на чердаке, не имели щелей. Общая площадь сечения всех приточных каналов должна составлять 70–80 % от вытяжных шахт. Приточных каналов обычно больше, чем вытяжных, а площадь сечения каждого из них намного меньше, чем у вытяжного. Это делается для того, чтобы наружный воздух поступал в помещение равномерно, что особенно важно зимой. Приточные каналы должны находиться не ближе 2,5 м от вытяжных и иметь отбойные щитки, чтобы холодный наружный воздух не попадал на животных. Вентиляционные каналы снабжены заслонками, поворачивая которые можно регулировать их площадь. Естественная вентиляция имеет ряд недостатков. Она не всегда в состоянии обеспечить нормальный микроклимат в помещениях из сборного железобетона.

В настоящее время естественная вентиляция животноводческих помещений (вытяжка создается за счет подъемной силы теплого воздуха) допустима при малой плотности поголовья и возможности устройства достаточно высоких вытяжных шахт. Во избежание образования конденсата шахты должны быть теплоизолированы.

В больших животноводческих помещениях и при высокой плотности поголовья необходимо устройство механических вентиляционных систем с установкой вентиляторов.

Рассчитывать воздухообмен животноводческих помещений для холодного периода года следует по содержанию влаги с проверкой на количество углекислого газа, для теплого периода – по избыткам теплоты с проверкой на содержание влаги. За расчетный принимается наибольший воздухообмен, по которому проектируют систему вентиляции.

Требуемый воздухообмен в животноводческом помещении – это количество воздуха, которое необходимо удалить из помещения или подать в помещение за 1 час.

Требуемый воздухообмен в животноводческом помещении рассчитывают:

1) из условия удаления избыточной влаги, м<sup>3</sup>/ч:

$$L_{H_2O} = \frac{W_{\text{ж}} + W_{\text{исп}}}{g_{\text{в}} - g_{\text{н}}}, \quad (4.1)$$

где  $W_{\text{ж}}$  – количество влаги, выделяемой всеми животными в виде пара, г/ч;

$$W_{\text{ж}} = W_i \cdot m_i, \quad (4.2)$$

где  $W_i$  – выделение влаги одним животным данной категории в виде пара, г/ч (см. табл. 4.1);

$m$  – количество животных;

$W_{\text{исп}}$  – количество влаги, испаряющейся с пола, потолка, кормушек, стен и перекрытий, г/ч (см. табл. 4.2), в процентах к общему количеству выделяемой влаги;

$g_{\text{в}}$  – абсолютная влажность воздуха помещений, при которой относительная влажность остается в пределах норматива, г/м<sup>3</sup> (см. табл. 4.3);

$g_{\text{н}}$  – средняя абсолютная влажность наружного воздуха, вводимого в помещение в переходный период (ноябрь и март) по данной климатической зоне. Для минского района средняя температура в марте – ноябре составляет минус 2,2 °С, а абсолютная влажность – 4 г/м<sup>3</sup>;

Таблица 4.1

Выделение водяного пара и двуокиси углерода животными разных видов  
(по нормам технологического проектирования)

Животные	Масса, кг	Выделение одним животным	
		двуокиси углерода, л/ч	водяных паров, г/ч
Коровы стельные (сухостойные)	400	110	350
Коровы лактующие, удой 10 кг	500	128	410
Телята от 3-х до 4-х месяцев	90	37	118
Молодняк от 4-х месяцев и старше	120	48	153
Взрослые свиньи на откорме	100	47	132

Таблица 4.2

Количество влаги выделяемой животными  
при испарении воды с пола, кормушек, поилок, стен и перегородок

Условия содержания животных	Количество % от $W_{ж}$	
	Коровники, скотные двory, телятники	Свинарники, маточники и откормочники
1. Удовлетворительный санитарный режим, исправно действующая канализация	7	9
2. Регулярная уборка навоза, применение достаточного количества торфяной подстилки	8	10
3. Регулярная уборка навоза, применение достаточного количества соломенной подстилки	10	12
4. Условия содержания удовлетворительные. Уборка навоза 2–3 раза в сутки. Нерегулярная работа канализации (засорение сточных желобов). Применение недостаточных количеств соломенной подстилки	15	20
5. Условия содержания удовлетворительные. Уборка навоза 2–3 раза в сутки. Нерегулярная работа канализации (засорение сточных желобов)	25	30

Таблица 4.3

Максимальная влажность для данной температуры воздуха

Температура воздуха, °C	Водяные пары, г/м <sup>3</sup>
1	2
-15	1,57
-10	2,3
-5	3,36
-1	4,52
0	4,87
+1	5,21
+6	7,26
+10	9,37
+18	15,33
+20	17,16
+26	25,55
+30	30,13

2. Из условия удаления двуокиси углерода, м<sup>3</sup>/ч:

$$L_{CO_2} = \frac{Y}{Y_g - Y_n}, \quad (4.3)$$

где  $Y$  – количество двуокиси углерода, выделяемой всеми животными, находящимися в данном помещении, л/ч;

$Y_g$  – допустимое содержание двуокиси углерода в воздухе помещения, л/м<sup>3</sup> (согласно нормам оно не должно превышать 2,5 л/м<sup>3</sup>);

$Y_n$  – содержание окиси углерода в приточном воздухе, принимается в среднем 0,3 л/м<sup>3</sup>.

Количество двуокиси углерода, выделяемой всеми животными, л/ч:

$$Y = Y_i \cdot m, \quad (4.4)$$

где  $Y_i$  – выделение двуокиси углерода одним животным данной категории, л/ч (см. табл. 4.1);

$m$  – количество животных данной категории.

Из двух полученных расходов воздуха ( $L_{H_2O}$ ,  $L_{CO_2}$ ) принимается наибольшее значение ( $L$ ).

После этого необходимо определить удельный воздухообмен  $L'$ , м<sup>3</sup>, из расчета подачи воздуха на 1 ц живого веса по формуле:

$$L' = \frac{L}{m \cdot G}, \quad (4.5)$$

где  $L$  – наибольшее значение воздухообмена, м<sup>3</sup>/ч;

$m$  – количество животных;

$G$  – средний живой вес одного животного, ц.

Полученное значение  $L'$  надо сравнить с нормами воздухообмена на 1 ц живого веса  $L''$ , приведенными в таблице 4.4 для переходного периода года.

Таблица 4.4

Минимальный воздухообмен на 1 ц живой массы, м<sup>3</sup>/ч

Вид животных	Периоды года		
	холодный	переходный	теплый
Крупный рогатый скот	17	35	70
Телята и молодняк КРС	20	35	100
Свиноматки, поросята	15	35	70
Свиньи на откорме	20	35	70

Если  $L'' > L'$ , то необходимый воздухообмен определяется, исходя из значения  $L''$ , м<sup>3</sup>/ч.

$$L = m \cdot G \cdot L'', \quad (4.6)$$

где  $m$  – количество животных;

$G$  – вес одного животного, ц.

Общую площадь сечения вытяжных каналов, м<sup>2</sup>, а также их количество при вентиляции с естественным побуждением определяется по формуле:

$$F_I = \frac{L}{3600v}, \quad (4.7)$$

где  $F_I$  – общая площадь поперечного сечения вытяжных шахт, м<sup>2</sup>;

$v$  – скорость движения воздуха в вытяжной шахте, м/с;

3600 – количество секунд в одном часе.

Скорость движения воздуха в вентиляционных трубах при разной высоте труб и при различных температурах воздуха внутри помещения и наружного воздуха определяется по таблице 4.5.

Таблица 4.5

Скорость движения воздуха в вентиляционных трубах

Разница температур внутреннего и наружного воздуха, °C ( $\Delta t$ )	Высота трубы в метрах				
	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
6	0,64	0,73	0,8	0,87	0,92
8	0,76	0,84	0,93	1	1,07
14	1,01	1,13	1,24	1,34	1,43
16	1,09	1,22	1,33	1,44	1,54
24	1,35	1,51	1,66	1,79	1,91

Размеры вытяжных шахт (колодцев) и приточных каналов рекомендуется выбирать 1×1 м или 1×1,5 м. В таких шахтах (каналах) устраиваются поворотные заслонки, изменяя положение которых можно регулировать проходное сечение вытяжного канала или шахты, а значит и интенсивность вытяжки. Большие вытяжные шахты (2×1,5 м или 1,5×3 м) не обеспечивают равномерной циркуляции воздуха по длине животноводческих помещений.

Количество вытяжных шахт рассчитывается по формуле:

$$n_1 = \frac{F_I}{F_1}, \quad (4.8)$$

где  $F_I$  – площадь одной вытяжной шахты,  $m^2$ .

Площадь приточных каналов  $F_{II}$ ,  $m^2$ , составляет 70–80 % от общей площади вытяжных шахт и определяется по формуле:

$$F_{II} = 0,6F_I, \quad (4.9)$$

где  $F_I$  – общая площадь сечения вытяжных и приточных каналов,  $m^2$ .

Число приточных каналов  $n_2$  рассчитывается по следующей формуле:

$$n_2 = \frac{F_{II}}{F_2}, \quad (4.10)$$

где  $F_{II}$  – площадь приточных каналов,  $m^2$ ;

$F_2$  – площадь одного приточного канала,  $m^2$ .

### Условия задач для самостоятельного решения

**Задача 1.** Рассчитать естественную вентиляцию в животноводческом помещении. Количество животных, содержащихся на ферме  $m$ , средний вес одного животного –  $G$ , температура воздуха –  $T$ , разница температуры внутреннего и наружного воздуха –  $\Delta t$ .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Животные	Коровы стельные (сухостойные)	Взрослые свиньи на откорме	Телята от 3-х до 4-х месяцев	Молодняк от 4-х месяцев и старше	Коровы лактующие, удой 10 кг
Количество животных $m$	150	200	220	240	180
Средний вес животных $G$ , кг	400	100	90	120	500

1	2	3	4	5	6
Температура воздуха $T$ , °С	+6	+1	0	+10	+20
Разница температуры внутреннего и наружного воздуха $\Delta t$ , °С	24	16	14	8	6
Условия содержания животных	Регулярная уборка навоза, применение достаточного количества торфяной подстилки	Регулярная уборка навоза, применение достаточного количества соломенной подстилки	Условия содержания удовлетворительные. Уборка навоза 2–3 раза в сутки. Нерегулярная работа канализации (засорение сточных желобов)	Удовлетворительный санитарный режим, исправно действующая канализация	Регулярная уборка навоза, применение достаточного количества торфяной подстилки
Высота трубы, м	4	5	6	8	5

### Контрольные вопросы

1. Какие вентиляционные системы применяют в животноводческих помещениях?
2. От чего зависит выбор вентиляционной системы в животноводческом помещении?
3. Назовите преимущества и недостатки естественной вентиляции.
4. Опишите принцип действия трубной системы естественной вентиляции.
5. Для чего в вытяжных трубах естественной вентиляции применяют дефлектор?

## Практическая работа № 5

# РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

---

**Цель работы** – изучение методики расчета общеобменной и местной механической вентиляции производственных помещений.

### Общие сведения

**Вентиляция** – это комплекс взаимосвязанных устройств и процессов для создания требуемого воздухообмена в помещениях. В соответствии со СНБ 4.02.03–03 [5] под вентиляцией понимают обмен воздуха в помещении для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других веществ с целью обеспечения допустимых метеорологических условий и чистоты воздуха. Основной задачей вентиляции является удаление из рабочей зоны загрязненного, увлажненного или перегретого воздуха и подача взамен его воздуха соответствующего качества, иными словами, организация воздухообмена в помещении.

Для нормализации воздушной среды в производственных помещениях используют следующие системы вентиляции: естественную (аэрацию) и механическую. Механическая вентиляция может быть общеобменной, местной и смешанной.

Общеобменная механическая вентиляция по принципу действия может быть приточной, вытяжной и приточно-вытяжной.

**Приточную вентиляцию** применяют в производственных помещениях со значительным выделением теплоты при малой концентрации вредных ве-

ществ в воздухе, а также для усиления воздушного подпора в помещениях с локальным выделением вредных веществ при наличии систем местной вентиляции. Это позволяет предотвратить распространение таких веществ по всему объему помещений.

Приточная механическая вентиляция чаще всего предназначается для компенсации расхода воздуха по общеобменной вытяжной и по местной вытяжной системам.

**Вытяжную вентиляцию** применяют для активного удаления воздуха, равномерно загрязненного по всему объему помещения, при малых концентрациях вредных веществ в воздухе и небольшой кратности воздухообмена.

**Приточно-вытяжную вентиляцию** применяют при значительном выделении вредных веществ в воздух помещений, в которых необходимо обеспечить особо надежный воздухообмен с повышенной кратностью (рис. 5.1).

В тех случаях, когда возможно поступление в воздух рабочей зоны опасных токсических и взрывоопасных веществ, проектируют аварийную вентиляцию. Аварийная вентиляция должна быть, как правило, вытяжной и удалять воздух наружу. Выбросы аварийной вентиляции не следует располагать в местах постоянного пребывания людей и размещения воздухозаборных устройств систем вентиляции и кондиционирования.

Механическая вентиляция, приточная и приточно-вытяжная вентиляция осуществляется с помощью средств механического побуждения движения воздуха (вентиляторы). Смешанная вентиляция обеспечивается путем подачи воздуха механическими средствами и вытяжки загрязненного воздуха естественным путем.

При **местной вентиляции** загрязненный воздух удаляется прямо из мест его загрязнения. Распространенным видом местной вентиляции является вытяжная, состоящая из местных отсосов, с помощью которых вредные вещества улавливаются в месте их выделения и удаляются за пределы помещения.

Местную вытяжную вентиляцию следует применять на газо- и электросварочных постах, металлорежущих и заточных станках, в кузнечных цехах, гальванических установках, аккумуляторных цехах, на постах технического обслуживания, в помещениях у мест пуска автомобилей и тракторов.

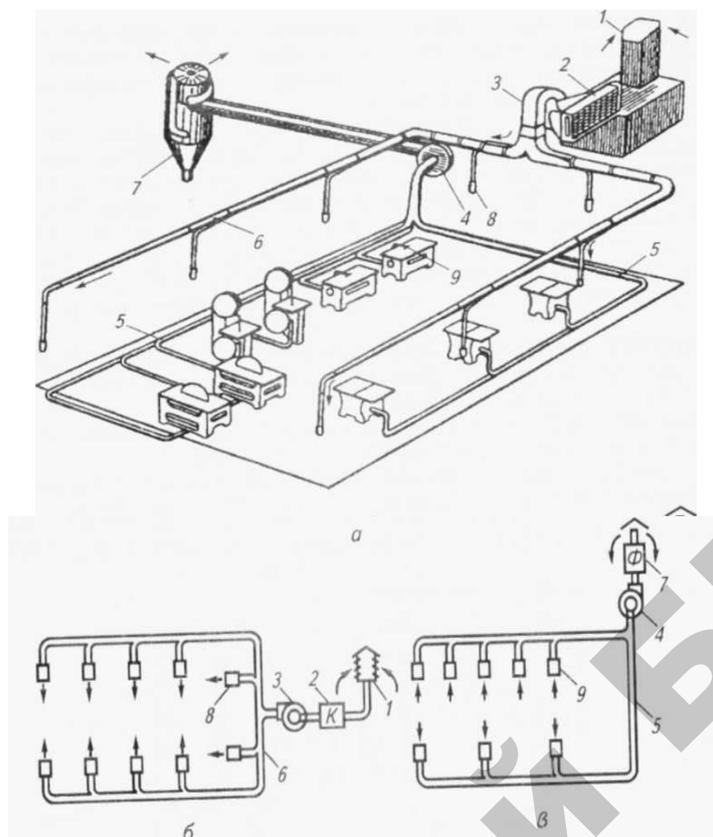


Рис. 5.1. Механическая приточно-вытяжная вентиляция:

*a* – общий вид: 1 – воздухоприемное устройство; 2 – калорифер; 3, 4 – соответственно приточный и вытяжной вентиляторы; 5, 6 – соответственно вытяжные и приточные воздуховоды; 7 – фильтр (пылеуловитель); 8, 9 – соответственно приточные и вытяжные вентиляционные насадки; *б* – схема работы приточной части системы вентиляции; *в* – схема работы вытяжной части системы вентиляции

Для расчета общеобменной механической вентиляции необходимы следующие исходные данные:

- назначение помещения и его размеры,
- характер загрязнений;
- назначение и количество оборудования, материалов, выделяющихся вредных веществ и теплоизлучения;
- характеристика загрязнений по пожароопасности;
- пожарная опасность помещений;
- предельно допустимая концентрация вредных веществ в помещении, концентрация загрязнений в приточном воздухе.

Сначала выбирают способ устранения и предупреждения образования токсических, пожаро- и взрывоопасных концентраций, назначают систему вентиляции. Затем разрабатывают схему общеобменной системы вентиляции и схемы местных систем вентиляции. Вычисляют количество вредных веществ, выделяемых в помещении в течение 1 часа.

Общее количество воздуха, удаляемого общеобменной и местными вытяжными системами вентиляции, м<sup>3</sup>/ч, определяется по формуле:

$$L_{\text{уд}} = L + L_{\text{М.ОБЩ}}, \quad (5.1)$$

где  $L$  – часовой объем воздуха, удаляемого вытяжной вентиляцией, м<sup>3</sup>/ч.;

$L_{\text{М.ОБЩ}}$  – общее количество воздуха, удаляемого несколькими системами вентиляции, м<sup>3</sup>/ч:

$$L_{\text{М.ОБЩ}} = L_{M_1} + \dots + L_{M_n} = \sum_{i=1}^n L_{M_i}. \quad (5.2)$$

Часовой объем воздуха, удаляемого вытяжной вентиляцией  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, определяют по формулам:

– для гальванических установок:

$$L = 3600lv_B k_1 k_2 n, \quad (5.3)$$

где  $l$ ,  $b$  – соответственно длина и ширина щели, м:  $b \geq 0,1B$  (здесь  $B$  – ширина ванны), обычно принимают  $b$  в пределах 50...100 мм;

$v$  – скорость движения воздуха в щели, м/с (приложение 3);

$k_1$  – коэффициент, учитывающий сопротивление движения воздуха от зеркала ванны к щели: при отсутствии штанг для подвески деталей  $k_1 = 1$ , при наличии штанг  $k_1 = 1,7$ ;

$k_2$  – коэффициент, учитывающий подвижность воздуха в помещении (приложение 4);

$n$  – число щелей: в однобортовых отсосах  $n = 1$  при  $B < 0,7$  м; в двухбортовых  $n = 2$  при  $B \geq 0,7$  м;

– для наплавочной установки:

$$L = K^3 \sqrt{I}, \quad (5.4)$$

где  $K$  – переводной коэффициент: при щелевом отсосе  $K = 12$ , при воронкообразном  $K = 13,2$ ;

$I$  – сила сварочного тока, А;

– для сварочного поста:

$$L = \frac{Gq}{g_{\text{ПДК}} - g_H}, \quad (5.5)$$

где  $G$  – масса израсходованных электродов, кг/ч;

$q$  – удельные выделения вредных веществ на 1 кг расходуемого сварочного материала, мг/кг (приложение 5);

$g_{\text{пдк}}$  – предельно допустимая концентрация вредных веществ, в помещении, мг/м<sup>3</sup>;

$g_H$  – концентрация вредных веществ в наружном воздухе, мг/м<sup>3</sup> (приложение 6).

Общее количество приточного воздуха, м<sup>3</sup>/ч:

$$L_{\text{пр}} = L_{\text{уд}}. \quad (5.6)$$

Зная объемы циркулируемого воздуха, вычерчивают схему систем вентиляции производственных помещений, на которой указывают расположение местных отсосов, мест подачи и вытяжки воздуха в системе общеобменной вентиляции, делят схему на расчетные участки. Длину воздуховодов выбирают из конструктивных соображений, руководствуясь планом размещения оборудования.

Далее рассчитывают сеть воздуховодов отдельно для приточной и вытяжной вентиляции. На отдельном участке сопротивление движению воздуха, Па,

$$H_{\text{уч}} = \frac{\rho v^2}{2} \left( \frac{\lambda l}{d} + \sum_{i=1}^n \varepsilon_m \right), \quad (5.7)$$

где  $\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

$$\rho = \frac{353}{273 + t}, \quad (5.8)$$

где  $t$  – температура воздуха при которой определяют плотность, °С;

$v$  – скорость движения воздуха в трубопроводе, необходимая для переноса различной пыли, м/с (табл. 5.1);

Таблица 5.1

Рекомендуемые значения скоростей движения воздуха

Вид пыли, переносимой движущимся воздухом	Скорость движения воздуха, м/с
Легкая сухая (древесная, табачная, мучная и т. п.)	8...10
Текстильная, зерновая, пыль красок	10...12
Минеральная	12...14
Тяжелая минеральная	14...16

$\lambda$  – коэффициент сопротивления движению воздуха на участке воздуховода: для металлических труб  $\lambda = 0,02$ , для полиэтиленовых  $\lambda = 0,01$ ;

$l$  – длина участка, м;

$d$  – диаметр воздуховода, м;

$\epsilon_m$  – коэффициент местных потерь напора (табл. 5.2, рис. 5.2).

Таблица 5.2

Значения коэффициента  $\epsilon_m$  для различных местных сопротивлений

Наименование местного сопротивления	Значения $\epsilon_m$
Жалюзи на входе	0,5
Диффузор вентилятора	0,15
Жалюзи на выходе	3,0
Внезапное сужение отверстия при $F_2/F_1$ , равно:	
0,1	0,47
0,3	0,38
0,5	0,3
0,7	0,2
Внезапное расширение отверстия при $F_1/F_2$ , равно:	
0,2...0,8	
0,1	0,81
0,3	0,49
0,5	0,25
0,7	0,1
Колено с углом поворота $\alpha = 120^\circ$	0,5
Колено с углом поворота $\alpha = 150^\circ$	0,2

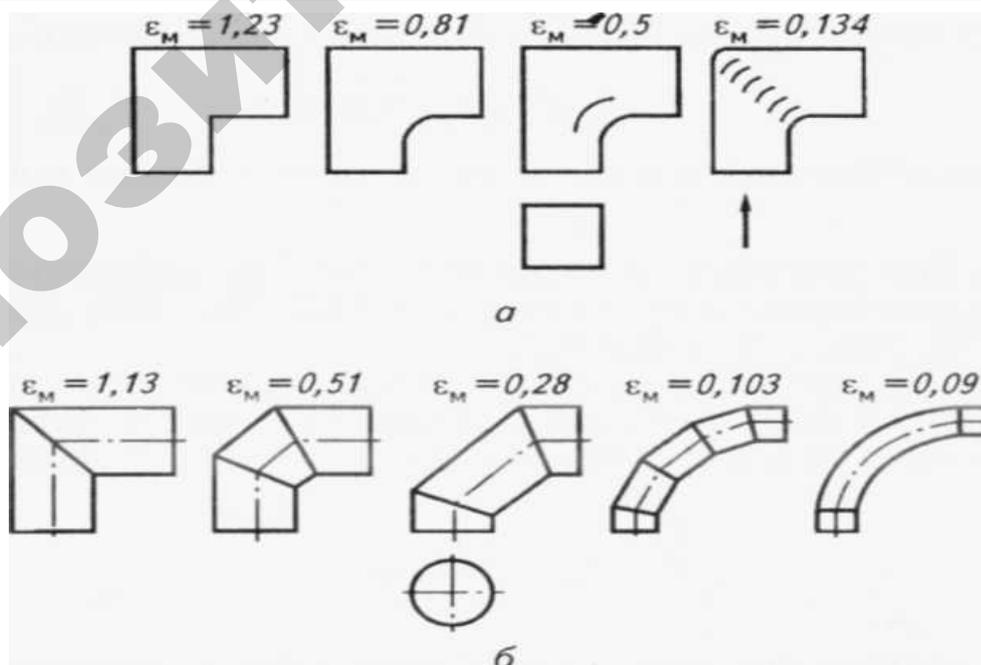


Рис. 5.2. Значения коэффициентов местных потерь напора в поворотных коленах:

$a$  – квадратного сечения;  $b$  – круглого сечения

Диаметр воздуховода, м, рассчитывают по формуле:

$$d = 0,033 \sqrt{L_{\text{уч}} / (\pi \nu)}, \quad (5.9)$$

где  $L_{\text{уч}}$  – производительность вентиляции на данном участке вентиляционной сети, м<sup>3</sup>/ч.

Полученное значение  $d$  округляют до ближайшего из следующего стандартизированного ряда, мм: 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630 и т. д.

При расчете диаметра воздуховода необходимо учитывать внезапное расширение отверстия ( $F_1/F_2$ ) или внезапное сужение ( $F_2/F_1$ ).

Значения  $\varepsilon_m$  для колен с углом поворота  $\alpha = 90^\circ$  в зависимости от формы этих элементов воздуховодов указаны на рисунке 5.2.

Общее сопротивление движению воздуха в воздуховодах сети, Па,

$$H_c = \sum_{i=1}^m H_{i\text{уч}}. \quad (5.10)$$

На основе известного воздухообмена рассчитывают производительность вентилятора  $L_B$  с учетом потерь или подсосов воздуха в вентиляционной сети:

$$L_B = k_{\Pi} L, \quad (5.11)$$

где  $k_{\Pi}$  – поправочный коэффициент на расчетное количество воздуха: при использовании стальных, пластмассовых и асбоцементных трубопроводов длиной до 50 м  $k_{\Pi} = 1,1$ , в остальных случаях  $k_{\Pi} = 1,15$ .

По необходимой производительности и полному расчетному давлению выбирают вентиляторы для общеобменной и местной систем вентиляции. Назначают тип, номер и технические характеристики вентиляторов (табл. 5.3), а также их исполнение: обычное – для перемещения неагрессивных сред с температурой не выше 423 К, не содержащих липких веществ, при концентрации пыли и других твердых примесей не более 150 мг/м<sup>3</sup>; антикоррозийное – для перемещения агрессивных сред; взрывобезопасное – для перемещения взрывоопасных смесей; пылевое – для перемещения воздуха с содержанием пыли более 150 мг/м<sup>3</sup>.

Таблица 5.3

## Технические характеристики центробежных вентиляторов серии Ц4-70

Номер вентилятора	Диаметр колеса, мм	Подача, тыс. м <sup>3</sup> /ч	Асинхронный электродвигатель закрытого исполнения		
			Марка*	Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Мощность, кВт
3	300	0.55...6.8	4AA63A4Y3	1380	0,25
			4AA63B4Y3	1365	0,37
			4A80A2Y3	2850	1,5
			4A80B2Y3	2850	2,2
4	400	0,95...11,5	4A71A6Y3	910	0,37
			4A71A4Y3	1390	0,55
			4A71B4Y3	1390	0,75
			4A80A4Y3	1420	1,1
			4A10052Y3	2880	4
			4A112L2Y3	2880	5,5
			4A112M2Y3	2900	7,5
			4A71B6Y3	900	0,55
5	500	2...17.5	4A80A6Y3	915	0,75
			4A80B4Y3	1415	1,5
			4A901.4Y3	1425	2,2
			4A10054Y3	1435	3
			4A90B6Y3	935	1,5
			4A100L6Y3	950	2,2
6	600	2,5...26	4A100B4Y3	1430	4
			4A112M4Y3	1445	5,5
			4A13254Y3	1455	7,5

Условные обозначения: 4А – серия; 63...132 – высота оси вращения; мм; А, В – первая и вторая длины сердечника; S, M, L – соответственно малая, средняя и большая длина корпуса; 2, 4, 6 – число полюсов ( $6000/2 = 3000 \text{ мин}^{-1}$ ;  $6000/4 = 1500 \text{ мин}^{-1}$ ;  $6000/6 = 1000 \text{ мин}^{-1}$ ); Y – климатическое исполнение (для районов с умеренным климатом); 3 – категория размещения.

Вентиляторы подбирают по аэродинамическим характеристикам (рис. 5.3). Зная производительность вентилятора, проводят горизонтальную прямую (например, из точка *a* на оси ординат в нижней части графика при  $L = 11000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) до пересечения с линией номера вентилятора (точка *b*). Затем из точки *b* поднимают вертикаль до пересечения с линией расчетного давле-

ния, равного суммарным потерям напора в вентиляционной сети (например,  $H = 1150$  Па). В полученной точке  $c$  определяют КПД вентилятора  $\eta$  и безразмерный параметр  $A$ . При этом следует обеспечить воздухообмен с наибольшим КПД.

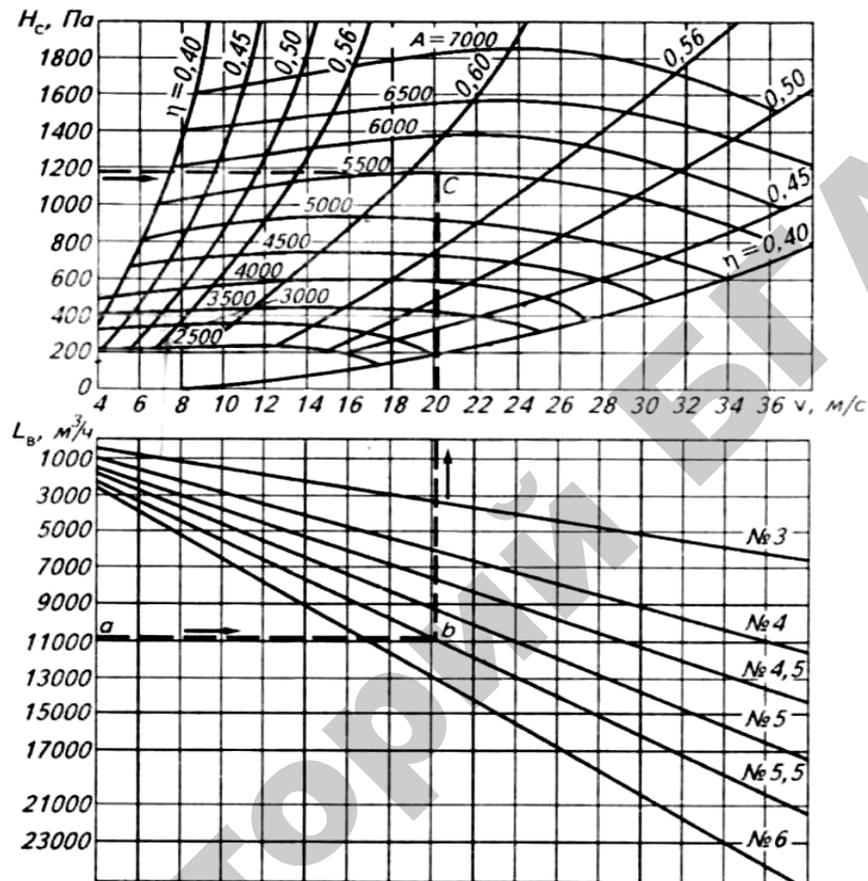


Рис. 5.3. Номограмма для выбора вентилятора серии Ц4-70

Затем вычисляют частоту вращения вентилятора,  $\text{мин}^{-1}$ :

$$n_B = \frac{A}{N}, \quad (5.12)$$

где  $N$  – номер вентилятора.

С целью уменьшения шума вентиляционной установки следует добиться выполнения условия:

$$\pi D_B n_B < 1800, \quad (5.13)$$

где  $D_B$  – диаметр колеса вентилятора, м.

Определяют мощность электродвигателей для местной вытяжной и общеобменной систем вентиляции, кВт:

$$P = \frac{L_B H}{3,6 \cdot 10^6 \eta_B \eta_{\Pi}}, \quad (5.14)$$

где  $L_B$  – требуемая производительность вентилятора, м<sup>3</sup>/ч;

$H$  – давление, создаваемое вентилятором, Па (оно численно равно  $H_c$ );

$\eta_B$  – КПД вентилятора;

$\eta_{\Pi}$  – КПД передачи: колесо вентилятора на валу электродвигателя –  $\eta_{\Pi} = 1$ ; соединительная муфта –  $\eta_{\Pi} = 0,98$ ; клиноременная передача –  $\eta_{\Pi} = 0,95$ ; плоскоремная передача –  $\eta_{\Pi} = 0,9$ .

Выбирают тип электродвигателя: для общеобменной и местной вытяжной систем вентиляции – взрывобезопасного или нормального исполнения в зависимости от удаляемых загрязнений; для приточной системы вентиляции – нормального исполнения.

Установленную мощность электродвигателей для вытяжной, приточной и местной систем вентиляции, кВт, рассчитывают по формуле:

$$P_{\text{уст}} = PK_{3,М}, \quad (5.15)$$

где  $K_{3,М}$  – коэффициент запаса мощности (приложение 7).

Вычисляют площадь, м<sup>2</sup>, открываемых фрагуг (при отсутствии приточной системы):

$$F_{\text{ФР}} = \frac{L_{\text{ОБЩ.ПР}}}{3600v_{\text{ПР}}}, \quad (5.16)$$

где  $L_{\text{ОБЩ.ПР}}$  – требуемый объем подачи воздуха, м<sup>3</sup>/ч;

$v_{\text{ПР}}$  – расчетная скорость воздуха в проеме фрагуги: обычно  $v_p = 1$  м/с.

При необходимости выбирают способ очистки удаляемого воздуха и устройства для защиты от статического электричества, снижения шума и вибрации.

### **Пример расчета проектирования приточной и вытяжной механической вентиляции**

Рассчитать механическую вытяжную вентиляцию для помещения, в котором выделяется пыль или газ и наблюдается избыточное явное тепло.

*Исходные данные.* Количество выделяющихся вредностей:  $m_{\text{ВР}} = 1,2$  кг/ч пыли,  $Q^{\text{я}}_{\text{изб}} = 26$  кВт. Параметры помещения:  $9 \times 26 \times 6$  м. Температура воздуха:  $t_n = 21$  °С,  $t_y = 24$  °С. Допустимая концентрация пыли  $C_d = 50$  мг/м<sup>2</sup>. Число работающих – 80 человек в смену. Схема размещения воздуховода приведена на рисунке 5.4. Подобрать необходимый вентилятор, тип и мощность его электродвигателя.

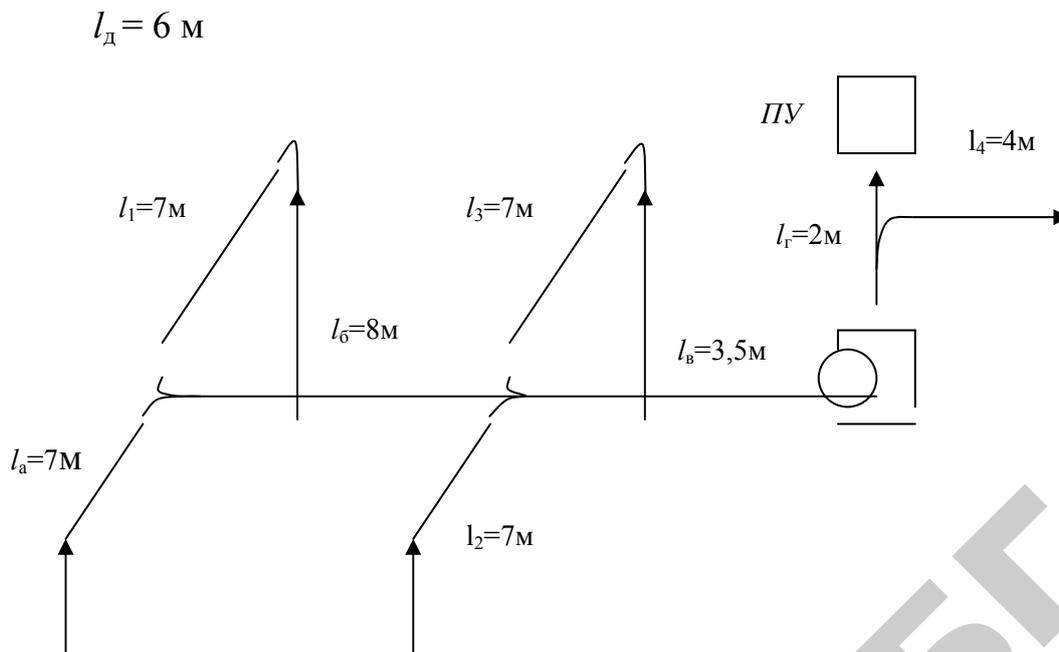


Рис 5.4. Схема воздуховодов вытяжной вентиляции

Расчет:

$$L_{\text{СТ}} \leq L_{\text{П}} \geq L_{\text{Б}},$$

где  $L_{\text{П}}$  – требуемое количество воздуха для помещения,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$L_{\text{СТ}}$  – требуемое количество воздуха, исходя из обеспечения в данном помещении санитарно-гигиенических норм,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$L_{\text{Б}}$  – то же, исходя из норм взрывопожарной безопасности,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Расчет значения  $L_{\text{СТ}}$  ведут по избыткам явной или полной теплоте, массе выделяющихся вредных веществ, избыткам влаги (водяного пара), нормируемой кратности воздухообмена и нормируемому удельному расходу приточного воздуха. При этом значения  $L_{\text{СТ}}$  определяют отдельно для теплого и холодного периодов года при плотности приточного и удаляемого воздуха  $\rho = 1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$  (при температуре  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

При наличии в помещении явной теплоты  $Q_{\text{я}}^{\text{изб}}$  требуемый расход определяют по формуле:

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{изб}}^{\text{я}}}{1,2 \cdot (t_{\text{y}} - t_{\text{п}})} = \frac{3,6 \cdot 26000}{1,2 \cdot (24 - 21)} = 26000 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $t_{\text{y}}$  и  $t_{\text{п}}$  – температуры удаленного и поступающего в помещение воздуха.

При наличии выделяющихся вредных веществ (пар, газ, пыль  $m_{\text{вр}}$ , мг/ч) в помещении потребный расход определяют по формуле:

$$L_{\text{вр}} = \frac{m_{\text{вр}}}{C_{\text{д}} - C_{\text{п}}} = \frac{1,2 \cdot 10^6}{50 - 0,3 \cdot 50} = 34286 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $C_{\text{д}}$  – концентрация конкретного вредного вещества, удаляемого из помещения, мг/м<sup>3</sup>;

$C_{\text{п}}$  – концентрация вредного вещества в приточном воздухе, мг/м<sup>3</sup>;

$C_{\text{п}} \leq 0,3\text{ПДК}$  в рабочей зоне.

Расход воздуха для обеспечения норм взрывопожарной безопасности ведут по массе выделяющихся вредных веществ в данном помещении, способных к взрыву:

$$L_{\text{в}} = \frac{m_{\text{вр}}}{0,1 \cdot C_{\text{нк}} - C_{\text{п}}} = \frac{1,2 \cdot 10^6}{0,1 \cdot 60 - 0,3 \cdot 50} = 133,333 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $C_{\text{нк}} = 60 \text{ г}/\text{м}^3$  – нижний концентрационный предел распространения пламени по пылевоздушным смесям.

Найденное значение уточняют по минимальному расходу наружного воздуха:

$$L_{\text{мин}} = n \cdot m \cdot z = 80 \cdot 25 \cdot 1,3 = 2600 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $m = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$  – норма воздуха на одного работника;

$z = 1,3$  – коэффициент запаса;

$n = 80$  – число работников.

Окончательно:  $L_{\text{М}} = 34286 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Аэродинамический расчет ведут при заданных для каждого участка вентиляционной сети значений их длин  $L$ , м, и расходов воздуха  $L$ , м<sup>3</sup>/ч. Для этого определяют:

1) количество вытяжного воздуха по магистральным и другим воздуховодам;

2) суммарное значение коэффициентов местных сопротивлений по участкам определяется по формуле:

$$\sum_{i=1}^n \xi_i = \xi_{\text{пов}} + \sum \xi_{\text{вг}} = \xi_{\text{СП}},$$

где  $\xi_{\text{пов}}$  – коэффициент местного сопротивления поворота;

$\Sigma \xi_{\text{ВТ}} = \xi_{\text{ВТ}} \cdot n$  – суммарный коэффициент местного сопротивления вытяжных тройников;

$\xi_{\text{СП}}$  – коэффициент местного сопротивления при сопряжении потоков под острым углом,  $\xi_{\text{СП}} = 0,4$ .

В соответствии с построенной схемой воздуховодов определяем коэффициент местных сопротивлений. Всасывающая часть воздуховода объединяет четыре отсоса и после вентилятора воздух нагнетается по двум направлениям.

На участках  $a$ ,  $1$ ,  $2$  и  $3$  давление теряется на входе в двух (четырех) отводах и в тройнике. Коэффициент местного сопротивления на входе зависит от выбранной конструкции конического коллектора. Последний устанавливается под углом  $\alpha = 30^\circ$  и при соотношении  $l/d_0 = 0,05$ , тогда по справочным данным коэффициент равен  $0,8$ . Два одинаковых круглых отвода запроектированы под углом  $\alpha = 90^\circ$  и с радиусом закругления  $R_0/d_3 = 2$ .

Для них коэффициент местного сопротивления  $\xi_0 = 0,15$ .

Потерю давления в штанообразном тройнике с углом ответвления в  $15^\circ$  ввиду малости (кроме участка  $2$ ) не учитываем. Таким образом, суммарный коэффициент местных сопротивлений на участках  $a$ ,  $1$ ,  $2$ ,  $3$

$$\Sigma \xi = 0,8 + 2 \cdot 0,15 = 1,1.$$

На участках  $b$  и  $в$  местные потери сопротивления только в тройнике, которые ввиду малости ( $0,01 \dots 0,003$ ) не учитываем. На участке  $г$  потери давления в переходном патрубке от вентилятора ориентировочно оценивают коэффициентом местного сопротивления  $\xi_{\text{г}} = 0,1$ . На участке  $д$  расположено выпускная шахта, коэффициент местного сопротивления зависит от выбранной ее конструкции. Поэтому выбираем тип шахты с плоским экраном и его относительным удлинением  $0,33$ , а коэффициент местного сопротивления составляет  $2,4$ . Так как потерей давления в тройнике пренебрегаем, то на участке  $д$  (включая и ПУ) получим  $\xi_{\text{д}} = 2,4$ . На участке  $4$  давление теряется на свободный выход ( $\xi = 1,1$  и в отводе  $\xi = 0,15$ . Кроме того, следует ориентировочно предусмотреть потерю давления на ответвление в тройнике ( $\xi = 0,15$ ), так как здесь может быть существенный перепад скоростей. Тогда суммарный коэффициент местных сопротивлений на участке  $4$

$$\Sigma \xi_4 = 1,1 + 0,15 + 0,15 = 1,4.$$

Определение диаметров воздуховодов из уравнения расхода воздуха:

$$d = 1,13 \cdot \sqrt{L/V}.$$

Вычисленные диаметры округляются до ближайших стандартных диаметров. По полученным значениям диаметров пересчитывается скорость.

Определяется динамическое давление и приведенный коэффициент сопротивления движению воздуха на участках воздуховода. Подсчитываются потери давления:

$$H_{\text{уч}} = \left( \frac{l \cdot \lambda}{d} + \sum \xi \right) \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2}.$$

Для упрощения вычислений составлена таблица с результатами.

Номер участка	$L$ , м	$\sum \xi$	$L_1$ , м <sup>3</sup> /ч	$d$ , мм	$V$ , м/с	$\frac{\rho V^2}{2}$ , Па	$\frac{\lambda}{d}$	$L \frac{\lambda}{d}$	$L \frac{\lambda}{d} + \sum \xi$	$H_{\text{уч}}$ , Па	$H^l$ , Па	$\Delta H$ , Па
<i>a</i>	7	1,1	8572	400	19	216	0,04	0,28	1,38	298	298	–
<i>б</i>	8	–	17143	560	19,4	226	0,025	0,2	0,2	45,2	343	–
<i>в</i>	3,5	–	34286	800	19	216	0,015	0,053	0,053	11,4	354,4	–
<i>г</i>	3,5	0,1	34286	800	19	216	0,015	0,053	0,153	33	387	–
<i>д</i>	6	2,4	25715	675	23	317	0,02	0,12	2,52	799	1186	–
<i>1</i>	7	1,1	8572	400	19	216	0,04	0,28	1,38	298	298	–
<i>2</i>	7	1,1	8572	400	19	216	0,04	0,28	1,38	298	343	45
<i>3</i>	7	1,1	8572	400	19	216	0,04	0,28	1,38	298	343	45
<i>4</i>	4	1,4	8572	400	19	216	0,04	0,16	1,56	337	799	462

Как видно из таблицы, на участке *4* получилась недопустимая невязка в 462 Па (57 %).

Как видно из таблицы, на участках *2, 3* получилась недопустимая невязка в 45 Па (13 %).

Для участка *4*: уменьшаем  $d$  с 400 мм до 250 мм, тогда

$$V = \frac{8572 \cdot 1,13^2}{3600 \cdot 0,250} = 12 \text{ м/с},$$

при этом  $\frac{\rho V^2}{2} = 418 \text{ Па}$  и  $\frac{\lambda}{d} = 0,08$ ,  $H = 780 \text{ Па}$ ,  $\Delta H = 80 \text{ Па}$ ,  $\Rightarrow \frac{80}{70} \cdot 100 = 10 \%$ .

Для участка 2 и 3: уменьшаем  $d$  с 400 мм до 250 мм, тогда  $V = 10$  м/с, при этом  $\frac{\rho V^2}{2} = 226$  Па и  $\frac{\lambda}{d} = 0,25$ ,  $H = 305$  Па,  $\Delta H = 80$  Па,  $\Rightarrow \frac{80}{70} \cdot 100 = 10\%$ .

#### Выбор вентилятора

Из приложения 1 [3] по значениям  $L_{\text{потр}} = 34286$  м<sup>3</sup>/ч и  $H^I = 1186$  Па выбран вентилятор Ц-4-76 №12.5 ( $Q_B = 35000$  м<sup>3</sup>/ч,  $M_B = 1400$  Па,  $\eta_B = 0,84$ ,  $\eta_{\text{п}} = 1$ ). Отсюда установленная мощность электродвигателя составляет:

$$N_y = \frac{1,1 \cdot Q_B \cdot H_B}{\eta_B \cdot \eta_{\text{п}} \cdot 3600 \cdot 102} = \frac{1 \cdot 35000 \cdot 1460}{0,84 \cdot 3600 \cdot 102} = 75 \text{ кВт},$$

где  $Q_B$  – принятая производительность вентилятора,  $N_B$  – принятый напор вентилятора,  $\eta_B = \eta$  – КПД вентилятора,  $\eta_{\text{п}}$  – КПД передачи.

По значениям  $N = 75$  кВт и  $\omega = 1000$  об/мин выбран электродвигатель АО2-92-6 («АО» – защитное исполнение, 92 – размер наружного диаметра, 6 – число полюсов). Схема электродвигателя показана на рисунке 5.5.

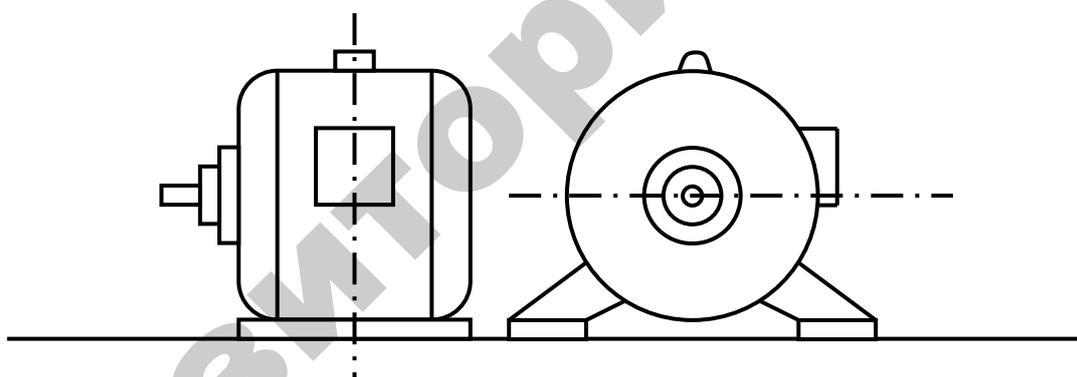


Рис. 5.5. Схема электродвигателя АО2-92-6

При этом необходимо предусмотреть установку реверсивных магнитных пускателей для реверсирования воздуха при соответствующих аварийных ситуациях в данном помещении.

Вентилятор и электродвигатель устанавливаются на железной раме при их одноосном расположении. Для виброизоляции рама устанавливается на виброизолирующие материалы. На воздухоотводе устанавливают диафрагму, а между ними и вентилятором – переходник.

## Расчет местной вентиляции сварочного поста

При определении производительности местной вентиляции необходимо знать количество удаляемых вредных газов с рабочего места  $G$ . При сварочных работах оно зависит от марки электродов и их количества, сжигаемого за 1 час  $P$ .

Производительность местной вентиляции,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ,

$$L = P \cdot L_1, \quad (5.17)$$

где  $P$  – количество сжигаемых электродов за час, кг (с учетом их марки);

$L_1$  – норма подачи воздуха на 1 кг в час (см. табл. 5.4).

Таблица 5.4

Количество вредных газов при сжигании электродов

Тип или марка электродов	Норма ( $\text{м}^3$ ) подачи воздуха на 1 кг электрода в час ( $L_1$ )
С меловой обмазкой	3000
ЦМ-7, ЦМ-8	5000
УОНН 13/45	6000
УОНН 13/55	6500

Находим диаметр воздуховода  $d$ , м:

$$d = \sqrt{\frac{4L}{\pi \cdot V \cdot 3600}}, \quad (5.8)$$

где  $V$  – скорость воздуха в воздуховодах, при механической вентиляции можно принять  $V = 7 \dots 12$  м/с.

Площадь приемной части зонта,  $\text{м}^2$ , определяется по формуле

$$F = \frac{L}{3600 \cdot V_1}, \quad (5.9)$$

где  $L$  – производительность местной вентиляции,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$V_1$  – скорость воздуха в приемной части зонта, можно принять  $V_1 = 1,2 \dots 1,5$  м/с.

Размеры приемной части зонта выбрать самим  $F = a \times b$ , где  $a$  и  $b$  соответственно длина и ширина приемной части зонта.

### Условия задач для самостоятельного решения

**Задача 1.** В сварочном отделении ремонтной мастерской на каждом из имеющихся четырех сварочных постов расходуется 0,6 кг/ч электродов марки ОМА-2. При сжигании 1 кг электродов удельные выделения марганца составляют  $q = 830$  мг/кг. Рассчитать вытяжную сеть общеобменной приточно-вытяжной вентиляции (рис. 5.6), обеспечивающую требуемое состояние воздушной среды при условии одновременной работы всех сварщиков. Температура воздуха в помещении –  $22$  °С, угол поворота –  $\alpha = 90^\circ$ , внезапное расширение отверстия – при  $F_1/F_2 = 0,7$ .

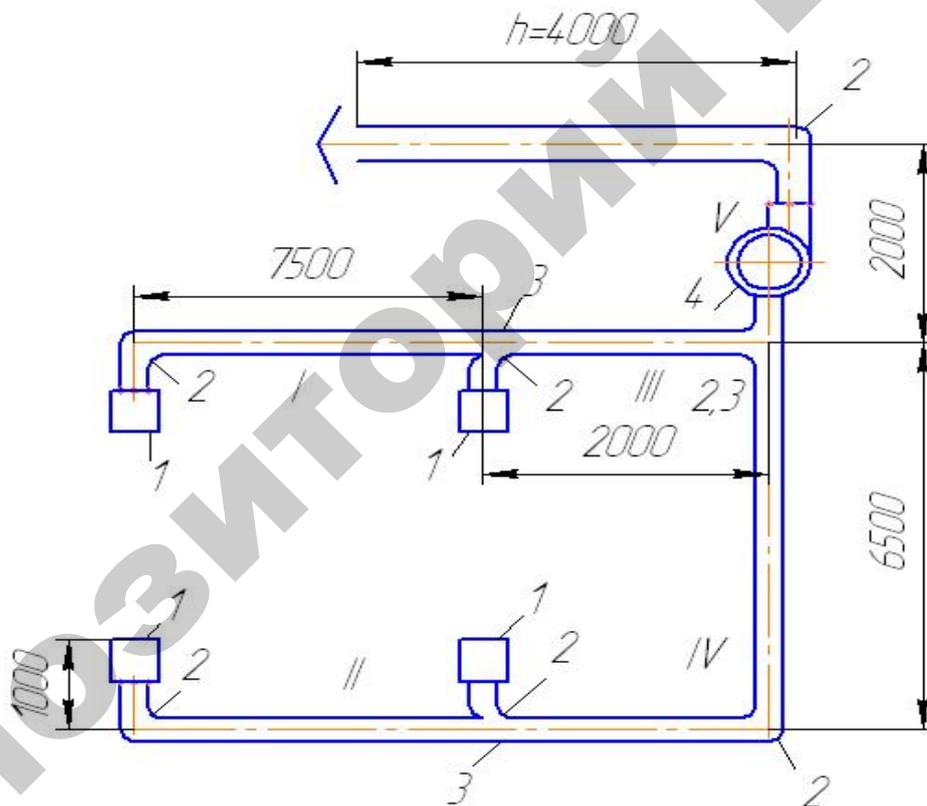


Рис. 5.6. Схема вытяжной сети системы вентиляции:

$I...V$  – номера расчетных участков;  $1...4$  – местные сопротивления;  $1$  – жалюзи на входе;  $2$  – колено с углом поворота  $\alpha = 90^\circ$ ;  $3$  – внезапное расширение отверстия при  $F_1/F_2 = 0,7$ ;  $4$  – диффузор вентилятора

**Задача 2.** Рассчитать местную вытяжную вентиляцию сварочного поста при известном количестве израсходованных за 1 час электродов.

Номер варианта	1	2	3	4	5	6
Электрод, марка	ЦМ7	ЦМ8	УОНИ 13/45	УОНИ 13/55	ЦМ7	ЦМ8
Количество за 1 час $P$ , кг	0,5	0,5	0,3	0,3	0,7	0,7

### Контрольные вопросы

1. Вентиляция, ее назначение, классификация систем вентиляции.
2. Что такое механическая вентиляция, как она классифицируется?
3. Назовите виды общеобменной вентиляции.
4. Где применяется местная вентиляция?
5. Какие исходные данные необходимы для расчета механической вентиляции?

Практическая работа № 6

## РАСЧЕТ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

---

**Цель работы** – освоение методики расчета естественного освещения производственных помещений сельскохозяйственных предприятий.

### Общие сведения

Одним из важнейших составных элементов условий труда является освещение, рациональные параметры которого обеспечивают требуемую производительность труда, качество продукции, повышают безопасность труда, предупреждают утомление, травмы и заболевания. Отклонение от этих параметров в любую сторону, т. е. недостаточная или избыточная освещенность, неблагоприятно сказывается на работоспособности и здоровье человека, а при определенных условиях может явиться причиной травм.

При проектировании естественного освещения помещений вновь строящихся и реконструируемых зданий и сооружений различного назначения должны соблюдаться требования строительных норм Беларуси ТКП 45-2.04-153-2009 «Естественное и искусственное освещение» [6].

Естественное освещение производственных помещений через световые проемы в наружных стенах (окнах) называют **боковым**, через световые проемы в перекрытии зданий (фонари) - **верхним**, а через окна и фонари одновременно - **комбинированным**. При ширине здания менее 12 м, рекомендуется боковое одностороннее освещение, от 12 до 24 м – боковое двустороннее, свыше 24 м – комбинированное.

В качестве основной нормируемой величины принят **коэффициент естественной освещенности  $e$** , представляющий собой отношение освещенности на рабочем месте  $E_{\text{вн}}$  к наружной освещенности  $E_{\text{н}}$ , измеренной на открытой площадке, %.

$$e = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{нар}}} \cdot 100 \%. \quad (6.1)$$

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) не зависит от времени дня и других причин изменчивости естественного освещения. ТКП 45-2.04-153-2009 «Естественное и искусственное освещение» устанавливают требуемое минимальное значение КЕО в зависимости от точности работ и вида освещения (приложение 8).

В небольших помещениях при одностороннем боковом естественном освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, а при двустороннем боковом освещении - в точке посередине помещения. В крупногабаритных производственных помещениях при боковом освещении минимальное значение КЕО нормируется в точке, удаленной от световых проемов:

- на 1,5 высоты помещения – для работ I–IV разрядов;
- на 2 высоты помещения – для работ V–VII разрядов;
- на 3 высоты помещения – для работ VIII разряда.

Нормированное значение КЕО  $e_N$  зависит от района расположения здания (определяемого номером группы обеспеченности естественным светом) и рассчитывается по формулам:

- при расчете в потребности в оконных проемах

$$e_N = e_H \cdot m_N; \quad (6.2)$$

- при расчете высоты фонарей для верхнего освещения

$$e_{N\Phi} = e_{H\Phi} \cdot m_{N\Phi}, \quad (6.3)$$

где  $e_H$ ,  $e_{N\Phi}$  – нормированные значения КЕО, % (приложение 8);

$m_N$ ,  $m_{N\Phi}$  – коэффициент светового климата (приложение 9);

$N$  – номер группы обеспеченности естественным светом (табл. 6.1).

Группы административных районов стран СНГ по ресурсам светового климата

Номер группы	Государство, административный район
1	Азербайджанская Республика
2	Республика Армения
3	Республика Беларусь
	Брестская, Гомельская области
4	Остальная территория республики

Если за счет световых проемов здания не удастся обеспечить нормативное значение КЕО для данного разряда работ применяется совмещенное освещение, представляющее собой сочетание естественного и искусственного освещения.

Для расчета естественного освещения необходимы следующие основные данные: размеры помещения (длина, ширина, высота); характеристика зрительных работ (наименьший размер объекта различения, мм); вид освещения (боковое, верхнее, комбинированное); место расположения здания (группа административного района стран СНГ по ресурсам светового климата); вид остекления (блочное, ленточное); расстояние до существующего противоположного здания, высота этого здания до карниза и др.

Расчет естественной освещенности сводится к определению площади световых проемов помещения, выбору типа окон и расчету их количества.

Расчет площади световых проемов производится по формулам:

а) при боковом освещении помещений

$$S_o = \frac{S_{\Pi} \cdot e_N \cdot K_3 \cdot \eta_o \cdot K_{зд}}{\tau_o \cdot r_1 \cdot 100}; \quad (6.4)$$

б) при верхнем освещении

$$S_{\phi} = \frac{S_{\Pi} \cdot e_N \cdot K_3 \cdot \eta_{\phi}}{100 \cdot \tau_o \cdot r_2 \cdot K_{\phi}}; \quad (6.5)$$

где  $S_o$ ,  $S_{\phi}$  - площади соответственно световых проемов окон (при боковом освещении) и фонарей, м<sup>2</sup>;

$S_{\Pi}$  - площадь пола помещения, м<sup>2</sup>

$e_N$  - нормированное значение коэффициента естественной освещенности (приложения 8, 10, 11, 12);

$K_3$  - коэффициент запаса (приложение 13);

$\eta_o$  – световая характеристика окон табл. 7.2;

$K_{зд}$  – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями (табл. 7.3);

$r_1$  – коэффициент, учитывающий повышение  $e_N$ , благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и земли, прилегающей к зданию (приложения 14, 15);

$\tau_o$  – общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле

$$\tau_o = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (6.6)$$

где  $\tau_1$  – коэффициент светопропускания материала (табл. 6.4);

$\tau_2$  – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах окна (табл. 6.5);

$\tau_3$  – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах (табл. 6.6);

$\tau_4$  – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях (табл. 6.7);

$\tau_5$  – коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями, принимается равным 0,9;

$S_\phi$  – площадь световых проемов при верхнем освещении,  $m^2$ ;

$r_2$  – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения (табл. 6.10).

$\eta_\phi$  – световая характеристика фонаря (табл. 6.11);

$K_\phi$  – коэффициент, учитывающий тип фонаря (табл. 6.12).

### Последовательность расчета бокового освещения

1. Выбрать вид естественного освещения: боковое одностороннее, боковое двустороннее, верхнее через светоаэрационный фонарь или комбинированное.

2. По разряду зрительной работы определить значение  $e_H$  (приложения 8, 10, 11, 12).

3. Вычислить нормированное значение КЕО  $e_N$  по формуле (6.2).

4. Определить отношение длины  $L_{п}$  помещения к глубине помещения ( $L_{п} / B$ ), отношение глубины помещения к высоте  $h_1$  от уровня условной рабочей поверхности до верха окон ( $B / h_1$ ) и по таблице 6.2 установить световую характеристику световых проемов.

Таблица 6.2

Значение световой характеристики окна  $\eta_0$ 

Отношение длины помещения $L_{п}$ к его глубине $B$	Отношение глубины помещения $B$ к расстоянию от уровня условной рабочей поверхности до верха окна $h_1$							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 и более	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	20	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	–

Примечание.

**Глубина помещения  $B$**  при боковом естественном освещении – расстояние между наружной поверхностью стены со светопроемами и наиболее удаленной от нее стеной помещения.

**Длина помещения  $L_{п}$**  – расстояние между стенами, перпендикулярными наружной стене.

5. Определить значение коэффициента  $K_{зд}$ , учитывающего затенение окон противостоящими зданиями в зависимости от отношения расстояния до противостоящего здания  $P$  к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником окна  $H_k$  (табл. 6.3).

Таблица 6.3

Значение коэффициента  $K_{зд}$ 

Отношение расстояния до противостоящего здания $P$ к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником окна $H_k$	Значение $K_{зд}$
0,5	1,7
1	1,4
1,5	1,2
2	1,1
3 и более	1

6. Рассчитать значение  $\tau_0$  по формуле 6.6, предварительно определив значения  $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\tau_3$  и  $\tau_4$  по таблицам 6.4, 6.5, 6.6, 6.7.

Таблица 6.4

Значение коэффициента  $\tau_1$ 

Вид светопропускающего материала		Значение $\tau_1$
Стекло оконное листовое	Одинарное	0,9
	Двойное	0,8
	Тройное	0,75
Стекло витринное толщиной 6–8 мм		0,8
Стекло листовое армированное		0,6
Стекло листовое узорчатое		0,65
Стекло листовое со специальными свойствами	Солнцезащитное	0,65
	Контрастное	0,75
Органическое стекло	Прозрачное	0,9
	Молочное	0,6
Пустотелые стеклянные блоки	Светорассеивающие	0,5
	Светопрозрачные	0,55
Стеклопакеты		0,7

Таблица 6.5

Значение коэффициента  $\tau_2$ 

Вид переплета		Значение $\tau_2$
<b>Переплеты для окон и фонарей промышленных зданий</b>		
Деревянные	Одинарные	0,75
	Спаренные	0,7
	Двойные раздельные	0,6
Стальные	Одинарные открывающиеся	0,75
	Одинарные глухие	0,9
	Двойные открывающиеся	0,6
	Двойные глухие	0,9
<b>Переплеты для окон жилых, общественных и вспомогательных зданий</b>		
Деревянные	Одинарные	0,8
	Спаренные	0,75
	Двойные раздельные	0,85
	С тройным остеклением	0,5
Металлические	Одинарные	0,9
	Спаренные	0,85
	Двойные раздельные	0,8
	С тройным остеклением	0,7
Стекложелезобетонные панели с пустотелыми стеклянными блоками при толщине шва	20 мм и менее	0,9
	Более 20 мм	0,85

Таблица 6.6

Значение коэффициента  $\tau_3$ 

Солнцезащитное устройства, изделия и материалы	Значение $\tau_4$
1. Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы (междустекольные, внутренние, наружные)	1
2. Стационарные жалюзи и экраны с защитным углом не более $45^\circ$ при расположении пластин жалюзи или экранов под углом $90^\circ$ к плоскости окна: горизонтальные вертикальные	0,65 0,75
3. Горизонтальные козырьки: с защитным углом не более $30^\circ$ с защитным углом от $15$ до $45^\circ$ (многоугольчатые)	0,8 0,9-0,6

Таблица 6.7

Значение коэффициента  $\tau_4$ 

Несущие конструкции покрытий		Значение $\tau_3$
Стальные фермы		0,9
Железобетонные и деревянные фермы и арки		0,8
Балки и рамы сплошные при высоте сечения	50 см и более	0,8
	Менее 50 см	0,9

7. Вычислить площадь ограждающих конструкций всего помещения (стен, пола, потолка).

8. По таблице 6.8 принять коэффициенты отражения стен ( $\rho_{ст}$ ), пола ( $\rho_{пл}$ ), потолка ( $\rho_{пт}$ ).

Таблица 6.8

Значение коэффициента отражения  $\rho$ 

Материал	Коэффициент отражения $\rho$ , %
Белая краска, белый мрамор, свежее побеленная поверхность	70
Светло-серый бетон, белый силикатный кирпич, очень светлые краски (бело-желтая, бледно-зеленая, бледно-розовая)	60
Серый бетон, известняк, желтый песчаник, светло-зеленая, бежевая, светло-серая краски, светлые породы мрамора, побеленная в сырых помещениях поверхность	50

Материал	Коэффициент отражения $\rho$ , %
Серый офактуренный бетон, серая, светло-коричневая, желтая, голубая, зеленая краски, светлое дерево	40
Розовый силикатный кирпич, темно-голубая, темно-бежевая, светло-коричневая краска, потемневшее дерево, грязный бетон, светлые обои	30
Темно-серый мрамор, гранит, темно-коричневая, синяя, темно-зеленая, красная краски	20
Черный гранит, мрамор, грязная поверхность (кузницы), темные обои	10

9. Рассчитать средневзвешенный коэффициент отражения стен, пола, потолка по формуле:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_{\text{ст}} \cdot S_{\text{ст}} + \rho_{\text{пт}} \cdot S_{\text{пт}} + \rho_{\text{пл}} \cdot S_{\text{пл}}}{S_{\text{ст}} + S_{\text{пт}} + S_{\text{пл}}}, \quad (6.7)$$

где  $S_{\text{ст}}$ ,  $S_{\text{пт}}$ ,  $S_{\text{пл}}$  – соответственно площади стены, потолка и пола.

10. По приложениям 14, 15 установить значение  $r_1$ .

11. Определить коэффициент запаса  $K_3$ , учитывающий загрязнение оконных проемов (приложение 13).

12. Рассчитать площадь световых проемов для одной стороны помещения. Установленные расчетом размеры световых проемов допускается изменять на  $\pm 10\%$ .

Определить необходимое количество окон, обеспечивающее равномерное освещение площади помещения, предварительно приняв размеры окна по таблице 6.9.

Таблица 6.9

Габаритные размеры окон, применяемых  
в промышленных и сельскохозяйственных постройках

Стальные окна						
Высота, мм	2100	1800	1575	1425	1275	
	1555	1555	1555	1555	1555	
Ширина, мм	1260	1260	1260	1260	1260	
	1060	1060	1060	1060	1060	
	860	860	860	860	860	
	665	665	665	665	665	
	565	565	565	565	565	
Деревянные окна						
Высота, мм	1770	1760	1170	1160	860	570
	2955	2945	2955	2945	1760	1145
Ширина, мм	2390	2360	2390	2360	1743	870
	1790	1785	1790	1785	1170	

Количество окон определяют по формуле

$$n_o = \frac{\sum S_o}{S_o}, \quad (6.8)$$

где  $n_o$  – количество окон (фонарей), шт.;

$S_o$  – площадь одного окна (фонаря), м<sup>2</sup>;

$\sum S_o$  – общая площадь световых проемов.

### Последовательность расчета верхнего освещения

1. Определить значение коэффициента естественной освещенности  $e_H$  для верхнего освещения (приложение 8).

2. Рассчитать нормируемое значение КЕО  $e_{N\phi}$  с учетом светового климата по формуле (6.3).

3. Определить значение коэффициента  $r_2$ , учитывающего повышение КЕО за счет отраженного света в зависимости от отношения высоты  $h_2$  помещения от условной рабочей поверхности до нижней грани остекления к ширине  $L_{пр}$  пролета и средневзвешенного коэффициента  $\rho_{ср}$  отражения потолка, стен и пола (табл. 6.10).

Таблица 6.10

Значение коэффициента  $r_2$

Отношение высоты помещения от рабочей поверхности до нижней грани остекления к ширине пролета	Средневзвешенный коэффициент отражения поверхностей помещения $\rho_{ср}$								
	0,5			0,4			0,3		
	Количество пролетов								
	1	2	3 и более	1	2	3 и более	1	2	3 и более
2	1,7	1,5	1,15	1,6	1,4	1,1	1,4	1,1	1,05
1	1,5	1,4	1,15	1,4	1,3	1,1	1,3	1,1	1,05
0,75	1,45	1,35	1,15	1,35	1,25	1,1	1,25	1,1	1,05
0,5	1,4	1,3	1,15	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,05
0,25	1,35	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05

4. Найти световую характеристику фонаря (табл. 6.11).

Таблица 6.11

Значение световой характеристики фонарей  $\eta_f$   
(прямоугольные, трапециевидные и шед)

Тип фонарей	Количество Пролетов	Отношение длины помещения $L_n$ к ширине пролета $B$								
		От 1 до 2			От 2 до 4			Более 4		
		Отношение высоты $H$ помещения к ширине пролета $B$								
		От 0,2 до 0,4	От 0,4 до 0,7	От 0,1 до 1	От 0,2 до 0,4	От 0,4 до 0,7	От 0,7 до 1	От 0,2 до 0,4	От 0,4 до 0,7	От 0,7 до 1
С вертикальным двусторонним остеклением (прямоугольные)	1	5,8	9,4	16	4,6	6,8	10,5	4,4	6,4	9,1
	2	5,2	7,5	12,8	4	5,1	7,8	3,7	6,4	6,5
	3 и более	4,8	6,7	11,4	3,3	4,5	6,9	3,4	4	5,6
С наклонным двусторонним остеклением	1	3,5	5,2	6,2	2,8	3,8	4,7	2,7	3,6	4,1
	2	3,2	4,4	5,3	2,5	3	4,1	2,3	2,7	3,4
	3 и более	3	4	4,7	2,35	2,7	3,7	2,1	2,4	3
С вертикальным односторонним остеклением (шеды)	1	6,4	10,5	15,2	5,1	7,6	10	4,9	7,1	8,5
	2	6,1	8	11	4,7	5,5	6,6	4,35	5	5,5
	3 и более	5	6,5	8,2	4	4,3	5	3,6	3,8	4,1
С наклонным односторонним остеклением (шеды)	1	3,8	4,55	6,8	2,9	3,4	4,5	2,5	3,2	3,9
	2	3	4,3	5,7	2,3	2,9	3,5	2,15	2,65	2,9
	3 и более	2,7	3,7	5,1	2,2	2,5	3,1	2	2,25	2,5

5. Определить коэффициент, учитывающий тип фонаря (табл. 6.12).

Таблица 6.12

Значение коэффициента  $K_f$

Тип фонаря	Значение $K_f$
Световые проемы в плоскости покрытия, ленточные	1
Световые проемы в плоскости покрытия, штучные	1,1
Фонари с наклонным двусторонним остеклением (трапециевидные)	1,15
Фонари с вертикальным двусторонним остеклением (промежуточные)	1,2
Фонари с односторонним наклонным остеклением (шеды)	1,3
Фонари с односторонним вертикальным остеклением (шеды)	1,4

6. Определить площадь пола помещения, освещаемого фонарем.

7. Найти площадь остекления фонаря с одной стороны по формуле:

$$S_{\phi} = \frac{S_{\Pi} \cdot e_N \cdot K_3 \cdot \eta_{\phi}}{\tau_o \cdot r_2 \cdot K_{\phi} 100 \cdot 2} \quad (6.9)$$

8. Определить высоту остекления фонаря:

$$h_{\phi} = S_{\phi} / L_{\phi}, \quad (6.10)$$

где  $L_{\phi}$  – длина фонаря, которая принимается короче длины здания на 2 м с целью его обслуживания.

Размеры применяемых световых проемов фонарей приведены в таблице 6.13.

Таблица 6.13

Размеры световых проемов фонарей

Фонари прямоугольные светоаэрационные		Фонари зенитные		
П-образные одноярусные	П-образные двухъярусные	Криволинейные	Односкатные	Двухскатные
6×84 (макс.)	12×84 (макс.)	1,1×1,1	1,0×1,5	2,7×2,7
12×84 (макс.)		1,2×1,4	1,5×1,5	3,0×3,0
		1,3×1,3	1,5×1,7	2,9×5,9
		1,4×1,6	1,5×3,0	
		1,5×1,7	1,5×6,0	
		1,4×6,0		
		1,5×6,0		

### Условия задач для самостоятельного решения

**Задача 1.** Определить необходимую площадь световых проемов при одностороннем боковом естественном освещении помещения длиной  $L_{\Pi}$ , шириной  $B$ . Окна расположены под углом  $90^\circ$  к горизонту. Высота от рабочей поверхности до верха окна  $h_1$ . Расстояние до здания, расположенного напротив окон  $P$ . Высота карниза этого здания над подоконниками окон в рассматриваемом производственном помещении  $H_{\kappa}$ . Расстояние от окна до самого удаленного от него рабочего места  $l$ . Средневзвешенный коэффициент отражения света от поверхностей помещения и земли  $\rho$ . Светопроникающий материал – стекло оконное листовое, гладкое, двойное. Вид оконного переплета – деревянные двойные отдельные рамы. Светозащитные устройства – горизонтальные стационарные жалюзи. Несущие конструкции – железобетонные фермы.

Номер варианта	$L_{п},$ м	$B,$ м	Область в Республике Беларусь	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Разряд работ	Концентрация пыли $C,$ мг/м <sup>3</sup>	$h_1,$ м	$P,$ м	$H_k,$ м	$l,$ м	$\rho$
1	18	12	Могилевская	ЮВ	IV	менее 1	4,0	12	6	10	0,3
2	46	24	Минская	Ю	V	> 5	4,2	10	7	20	0,4
3	32	20	Витебская	СВ	VI	1-5	5	11	8	18	0,3
4	28	16	Гродненская	СЗ	IV	> 1	3,8	14	9	12	0,5
5	48	24	Брестская	С	VI	от 1 до 5	3,2	20	13	22	0,5
6	44	22	Витебская	В	IV	свыше 5	4,4	16	8	20	0,3

**Задача 2.** Определить площадь световых проемов при верхнем естественном освещении цеха длиной  $L_{п}$ , шириной  $B$ , высотой  $H$ , шириной пролета  $в$  с запыленностью воздушной среды  $C$ , в котором выполняются зрительные работы с объектами различения наименьшего размера  $a$  на рабочей поверхности высотой  $H_p$ . Коэффициент отражения стен потолка и пола –  $\rho_{ср}$ . Количество пролетов – 2. Тип фонаря – трапециевидный с наклонным двухсторонним остеклением. Общий коэффициент светопропускания –  $\tau_o$ .

Номер варианта	$L_{п},$ м	$B,$ м	$в,$ м	$H,$ м	$a,$ мм	$H_p,$ м	$\tau_o$	$C,$ мг/м <sup>3</sup>	$\rho_{ср}$	Область в Республике Беларусь	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта
1	36	36	12	6,0	0,7	0,8	0,7	0,5	0,5	Могилевская	ЮВ
2	38	20	6	4,2	3	1,1	0,6	1,5	0,3	Витебская	З
3	34	18	12	5,6	1,5	0,9	0,65	3	0,4	Брестская	ЮВ
4	32	20	6	3,8	3	0,8	0,6	0,6	0,5	Гродненская	В
5	40	24	12	4,2	1,4	1,1	0,7	1,6	0,4	Минская	ЮВ
6	30	18	6	4,0	2	1,0	0,65	4	0,3	Витебская	С

### Контрольные вопросы

1. На основании какого нормативного документа осуществляется нормирование естественного освещения?
2. Какие признаки положены в основу классификации видов производственного освещения?

3. Какие санитарно-гигиенические требования предъявляются к производственному освещению?

4. В чем состоят преимущества естественного освещения перед искусственным?

5. Какой параметр положен в основу установления разряда работ по степени точности?

Репозиторий БГАТУ

## Практическая работа № 7

# РАСЧЕТ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

---

**Цель работы** – освоение методики расчета искусственного освещения производственных помещений сельскохозяйственных предприятий.

### Общие сведения

Рациональное освещение рабочих мест является одним из важнейших вопросов охраны труда. К производственному освещению предъявляются следующие санитарно-гигиенические требования: приближенный к солнечному оптимальный состав спектра; соответствие освещенности на рабочих местах нормативным значениям; равномерность освещенности и яркости рабочей поверхности, в том числе и во времени; отсутствие резких теней на рабочей поверхности и блескости предметов в пределах рабочей зоны; оптимальная направленность светового потока, способствующая улучшению различения рельефности элементов поверхностей.

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, дежурное и охранное.

**Рабочее** освещение устраивают во всех помещениях и на территориях для обеспечения нормальной работы и прохода людей, движения транспорта при отсутствии или недостатке естественного освещения.

**Аварийное** освещение необходимо для продолжения работ при внезапном отключении рабочего освещения, что может вызвать нарушение процесса обслуживания оборудования или непрерывного технологического процесса, пожар, взрыв, отравление людей, травматизм в местах большого скопления людей и т. п. Наименьшая освещенность рабочих поверхностей, требующих обслуживания в аварийном режиме, должна быть не менее 5 % освещенности, нормируемой для рабочего освещения при системе общего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и 1 лк на открытых площадках.

**Дежурным** считают освещение производственных объектов в нерабочее время.

Искусственное освещение, создаваемое вдоль границ охраняемых в ночное время территорий, называют **охранным**.

**Эвакуационное** освещение устраивают в местах, опасных для прохода людей, а также в основных проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей из производственных зданий при численности работающих более 50, в производственных помещениях с постоянно работающими в них людьми, где выход людей из помещения при внезапном отключении рабочего освещения связан с опасностью травматизма вследствие продолжения работы производственного оборудования, а также в производственных помещениях с численностью работающих более 50 независимо от степени опасности травматизма. Эвакуационное освещение должно обеспечивать минимальную освещенность основных проходов и на ступенях лестниц: в помещениях 0,5 лк, на открытых территориях 0,2 лк.

Большинство производственных помещений оборудуют системами **общего** искусственного освещения - светильники расположены в верхней (потолочной) зоне. Если расстояние между светильниками одинаковое, то освещение считают равномерным, при размещении светильников ближе к оборудованию - локализованным.

**Комбинированным** называют такое искусственное освещение, когда к общему добавляется местное. **Местным** считают освещение, при котором световой поток светильников концентрируется непосредственно на рабочих местах. В соответствии с санитарными нормами применение только одного местного освещения в производственных помещениях не допускается.

При искусственном освещении рабочих мест нормируется минимальная освещенность рабочей поверхности в зависимости от разряда и подразряда выполняемой работы. Нормативные значения минимальной освещенности приведены в ТКП 45-2.04-153-2009 «Естественное и искусственное освещение» [6].

Нормы предусматривают применение газоразрядных ламп в качестве основного источника света по причине следующих их преимуществ: значительная световая отдача, в 2...4 раза превышающая аналогичный показатель у ламп накаливания; экономичность; благоприятный состав спектра; большой нормативный срок службы, составляющий 6000...12 000 ч против 1000 ч у ламп накаливания.

Для местного освещения кроме газоразрядных источников света рекомендуется использовать лампы накаливания, в том числе галогенные. Применение ксеноновых ламп внутри помещений не допускается.

Основными характеристиками электрических источников света являются:

- 1) напряжение сети, для которой предназначена лампа;
- 2) электрическая мощность лампы;
- 3) световой поток лампы;

- 4) экономичность лампы, которая определяется световой отдачей;
- 5) средний срок службы лампы.

Принципиальным отличием люминесцентных ламп от ламп накаливания является то, что в них световой поток создается излучением возбужденных атомов люминофора. Возбуждение люминофора вызвано ультрафиолетовым излучением, возникающим при электрическом разряде в парах ртути.

В качестве люминофоров используют вольфрамат магния, силикат цинка и др. Различные люминофоры способны излучать световой поток самых различных цветовых оттенков. Смешивая различные люминофоры, можно получить практически все встречающиеся цвета.

Рекомендуемые типы источников света в зависимости от характеристики зрительной работы по требованиям к цветоразличению при системе общего освещения, при системе комбинированного и для освещения общественных и административных зданий приведены в таблицах 7.1–7.3.

Устройство, состоящее из лампы и осветительной арматуры, называют **светильником**. В осветительной арматуре устанавливают источник света для распределения светового потока в нужную сторону, защиты глаз от блескости светящейся поверхности лампы и защиты лампы от загрязнения или влаги, а также с целью обеспечения электро-, пожаро- и взрывобезопасности.

На рисунках 7.1 и 7.2 приведены основные типы светильников, выбираемые по условиям внутренней среды и характеристике зрительной работы.

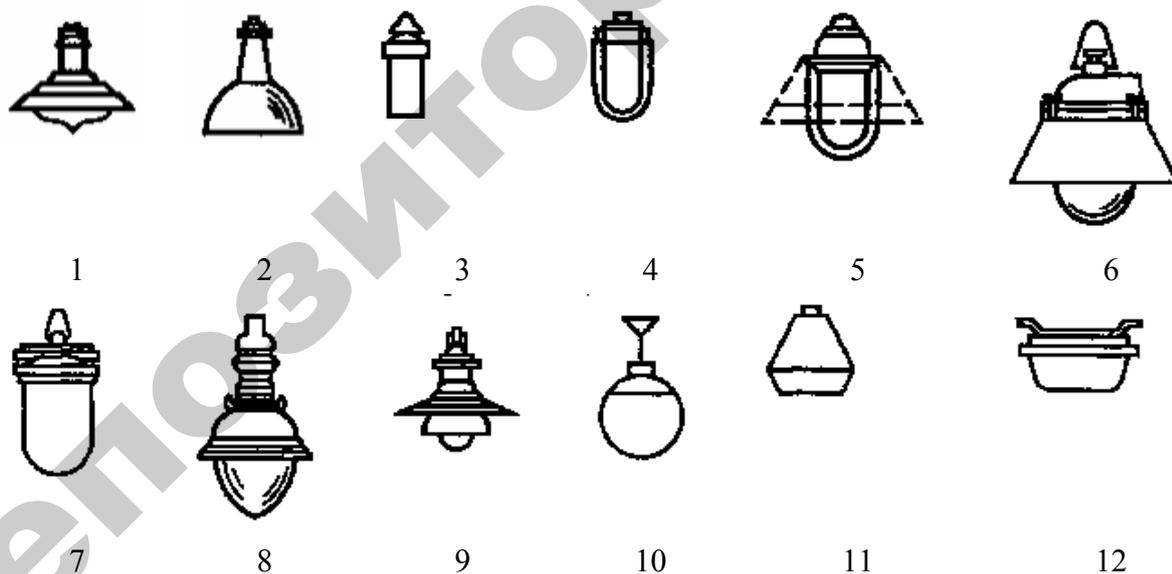


Рис. 7.1. Светильники с лампами накаливания:

- 1 – «Универсаль» (У, Ум, Уз); 2 – «Глубокоизлучатель» (Гэ, Гз); 3 – фарфоровый полугерметичный (Фм); 4 – пылеводонепроницаемый (ПВ); 5 – повышенной надежности против взрыва (НОВ, НОГ); 6 – промышленный уплотненный с отражателем (ПУ); 7 – промышленный уплотненный без отражателя (ПУ); 8 – с закрытым снизу колпаком (СПЗ); 9 – с открытым снизу колпаком (СПО); 10 – «Молочный шар»; 11 – «Люцетты»; 12 – потолочный сельскохозяйственный (ПСХ)

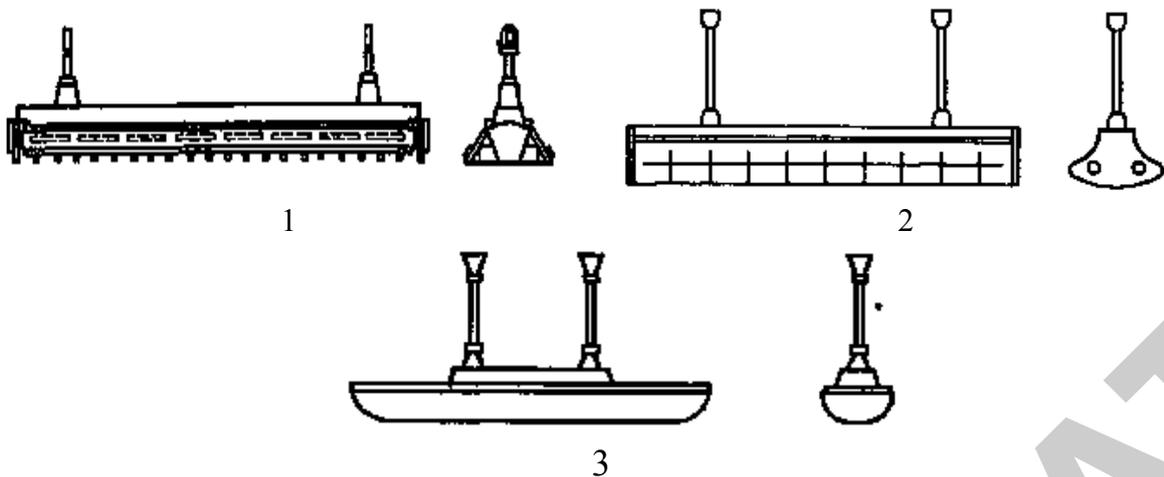


Рис. 7.2. Светильники с люминесцентными лампами:

- 1 – подвесной открытый дневного света с защитным углом  $\alpha = 15^\circ$  (ОД, ОДО, ОДОР);
- 2 – подвесной открытый прямого света с защитным углом  $\alpha = 30^\circ$  (ШЛД, ШОД);
- 3 – пылевлагозащищенный рассеянного света (ПВЛ)

Задачей расчета искусственного освещения является определение необходимого количества и мощности ламп электрической осветительной установки для создания в производственном помещении заданной освещенности. Второй задачей является определение ожидаемой освещенности на рабочей поверхности при известном числе и мощности ламп.

Расчет искусственного освещения производится следующими методами: методом коэффициента использования светового потока, точечным методом, методом удельной мощности (методом ватт) и расчетом прожекторов.

Расчет общего равномерного освещения производится по **методу коэффициента использования светового потока**, позволяющему определить необходимое количество источников света и их мощность.

Для расчета необходимо знать исходные данные: размеры помещения в метрах (длина –  $A$ , ширина –  $B$ , высота –  $H$ ); характеристику зрительной работы (разряд и подразряд); вид освещения; источник света; наличие загрязнений и др.

По разряду и подразряду зрительной работы определяется минимально необходимая освещенность, создаваемая общим освещением. При выполнении в помещениях работ I–III, IVa, IVб, IVв, Va разрядов применяется система комбинированного освещения (общее и местное).

Рассчитывается необходимый световой поток одной лампы, лм:

$$F_{л} = \frac{E_{\min} \cdot K_3 \cdot Z \cdot S_{п} \cdot 100}{N_{св} \cdot n_{л} \cdot \eta_{п}}, \quad (7.1)$$

где  $E_{\min}$  – минимальная освещенность для данного разряда и подразряда работ по ТКП 45-2.04-153-2009, лк;

$K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий старение и загрязнение ламп;  
 $Z$  – коэффициент, учитывающий неравномерность освещения;  
 $S_{\text{П}}$  – площадь пола помещения, м<sup>2</sup>;  
 $N_{\text{св}}$  – общее расчетное число светильников;  
 $n_{\text{л}}$  – количество ламп в светильнике (для люминесцентных ламп);  
 $\eta_{\text{и}}$  – коэффициент использования светового потока.

### Порядок расчета общего равномерного освещения

1. С учетом особенностей технологического процесса (класса пожароопасности или взрывоопасности по ПЭУ) и условий окружающей среды (помещения нормальное, сухое, влажное и т. д.) выбирают тип светильника. Рекомендуемые типы светильников приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Допустимые типы светильников в зависимости от условий окружающей среды

Характеристика помещений	Допустимые типы светильников с лампами накаливания	Допустимые типы светильников с люминесцентными лампами
Сухие и влажные	Все типы	ОД, ОДО, ОДОР, МОДР, ПВЛ, МЛ, ВОД, ВЛВ, ВЛН, ПЛУ, ШОД, ШЛД, АОД, ПНЗ
Сырые	У, Ум, Гэ, Лц, Фм, Шм, ПУ	ОД, ОДО, ОДОР, МОДР, ПВЛ, ВОД, ВЛВ, ВЛН, ПЛУ, ПНЗ
Особо сырые	Лц, У, Ум, Гз, Гэ, СПО, Фм	ПВЛ, ВОД, ВЛВ, ВЛН, ПЛУ
С химически активной средой	Лц, Фм, Гэ, СХ, НОБ	ПВЛ, ВОД, ВЛВ, ВЛН, ПЛУ, ПНЗ, РВЛ
Пыльные	А, У, Ум, Уп, Гэ, Гг, ПУ, ПГТ, СХ, РН, НОБ, Фм, РНЛ	ПВЛ, ВОД, ВЛВ, ВЛН, ПЛУ, СХЛ
Пожароопасные	У, Ум, Уп, Гэ, Гп, ПГТ, Фм, ПУ, ПГТ, РН, СХ, НОБ, Шм,	ПВЛ, ВОД, ВЛВ, ВЛН, ПЛУ, СХЛ
Взрывоопасные	ВЗГ, ВЗБ, ВЗГ, В4А, В4Б, ПУ, ПГТ, РН, СХ, Фм, НОБ	ВОД, ВЛВ, ВЛН, ПЛУ, НОГЛ

2. По разряду и подразряду выполняемой работы определяют необходимую минимальную освещенность при общем равномерном освещении (приложение 8).

Нормы освещенности, приведенные в приложении 8, следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в перечисленных ниже случаях:

а) при работах I–IV разрядов, если зрительная работа выполняется более половины рабочего дня;

б) при повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы общего освещения составляет 150 лк и менее (работа на дисковых пилах, гильотинных ножницах и т. п.);

в) в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

3) По выбранному типу светильника определяют оптимальное отношение расстояния между светильниками к высоте подвеса над рабочей поверхностью, обеспечивающее равномерность освещения рабочих мест (табл. 7.2):

$$\gamma = L_{\text{св}} / h_{\text{под}}, \quad (7.2)$$

где  $L_{\text{св}}$  – расстояние между светильниками, м;

$h_{\text{под}}$  – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

Таблица 7.2

Наивыгоднейшие значения отношения  $\gamma = L_{\text{св}} / H_{\text{св}}$   
для некоторых распространенных светильников

Тип светильника	$\gamma$
Светильники с лампами накаливания	
Универсаль без затенителя У	1,5
Универсаль с затенителем Уз	1,4
Глубокоизлучатель эмалированный Гэ	1,4
Глубокоизлучатель Гс	0,9
Глубокоизлучатель Гк	2,7
Фарфоровый полугерметичный Фм	2,0
Промышленный уплотненный без отражателя ПУ, СПБ	2,0
Промышленный уплотненный с отражателем ПУ	1,5
Для химически активной среды без отражателя СХ	2,0
Для химически активной среды с отражателями СХ и СХМ	1,4
Взрывозащищенные без отражателей	2,0
Взрывозащищенные с отражателем	1,4
Светильники с люминесцентными лампами	
ОД, ОДР, ОДОР, МОД, ПВЛ-6, НОГЛ, ПЛУ, ОДО	1,4
ВОД, ВЛН, ПВЛ-1	1,5

Высоту подвеса светильника над рабочей поверхностью принимают 2,5–3,0 м или рассчитывают по формуле

$$h_{\text{под}} = H - h_{\text{св}} - h_{\text{р}}, \quad (7.3)$$

где  $H$  – высота помещения, м;

$h_{\text{св}}$  – высота свеса светильника от потолка, м;

$h_{\text{р}}$  – высота рабочей поверхности, м.

4) Определяют расстояние между рядами светильников, м:

$$L_{\text{св}} = \gamma \cdot h_{\text{под}}. \quad (7.4)$$

5) Расстояние от стены помещения до первого ряда светильников (светильники располагаются параллельно продольной оси здания), м:

$$L_1 = 0,3 L_{\text{св}}. \quad (7.5)$$

6) Расстояние между крайними рядами светильников по ширине помещения, м:

$$L_2 = B - 2 L_1. \quad (7.6)$$

где  $B$  – ширина помещения, м.

7) Количество рядов светильников по ширине помещения, шт.:

$$n_{\text{р.св}} = L_2 / L_{\text{св}}. \quad (7.7)$$

8) Расстояние между светильниками в ряду, м:

$$L_3 = 0,5 h_{\text{под}}. \quad (7.8)$$

9) Расстояние между крайними светильниками по длине ряда, м:

$$L_4 = A - 2 L_1. \quad (7.9)$$

10) Количество светильников в ряду, шт.:

$$n_{\text{св.р}} = L_4 / L_3 + 1. \quad (7.10)$$

11) Общее количество светильников в цехе, шт.:

$$N_{\text{св}} = n_{\text{р.св}} n_{\text{св.р}}. \quad (7.11)$$

12) По приложению 13 определяют коэффициент запаса  $K_z$ , учитывающий снижение светового потока при старении и загрязнении ламп.

13) Коэффициент  $Z$ , учитывающий неравномерность освещения, принять 1,15 для ламп накаливания и ДРЛ и 1,1 – для люминесцентных ламп.

14) Коэффициенты отражения потолка, стен, пола определить по приложениям 14, 15.

15. Коэффициент использования светового потока определить по индексу помещения и коэффициентам отражения (табл. 7.3). При определении коэффициента использования светового потока определяющим является коэффициент отражения потолка  $\rho_{пт}$ .

Индекс помещения вычислить по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_{\text{под}} \cdot (A + B)}, \quad (7.12)$$

где  $A$  – длина помещения, м;

$B$  – ширина помещения, м;

$h_{\text{под}}$  – высота подвеса светильников общего освещения над рабочей поверхностью, м.

Таблица 7.3

Коэффициенты использования светового потока различных ламп  $\eta$

Тип светильника	$\rho_{пт},$ %	$\rho_{ст},$ %	Показатель помещения $i$																
			0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
У и	70	50	22	32	39	44	47	49	50	52	55	58	60	62	64	66	68	70	73
УП	50	30	20	26	34	38	41	43	45	47	50	53	55	57	59	62	64	66	69
М	30	10	17	23	30	34	37	39	41	43	46	48	51	53	55	58	61	62	64
У <sub>3</sub>	70	50	19	27	32	35	37	39	40	42	44	46	48	49	51	53	55	56	57
	50	30	15	22	28	31	33	35	36	38	40	42	44	45	47	49	51	52	53
	30	10	12	19	25	28	30	31	32	34	36	39	40	42	44	46	48	48	51
ГЭ и ГПМ	70	50	26	32	36	40	43	45	47	50	54	57	59	61	62	64	66	67	69
	50	30	22	27	31	34	37	40	42	45	49	53	55	57	58	61	63	64	66
	30	10	19	24	28	31	34	37	39	42	46	49	52	54	55	58	60	61	63
В <sub>3</sub> Г	70	50	16	19	22	26	27	28	30	32	34	36	38	39	41	44	46	47	49
	50	30	10	12	16	19	20	21	22	24	26	28	30	31	33	35	37	38	40
	30	10	7	9	12	14	15	16	17	18	20	22	23	25	26	28	30	32	34
Лц	70	50	22	29	34	38	41	44	46	49	52	54	56	58	60	62	64	66	68
	50	30	21	26	31	35	37	40	42	44	47	50	52	53	55	57	58	60	62
	30	10	18	22	27	31	34	36	38	40	43	46	48	49	51	52	54	56	58
СК	70	50	15	19	22	25	28	30	32	35	38	40	42	45	47	49	51	53	55
	50	30	11	14	16	18	20	22	23	26	28	30	31	33	35	37	39	41	42
	30	10	9	11	14	16	18	19	21	23	25	27	29	30	32	34	36	38	40

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ОД	70	50	30	34	38	42	45	47	50	53	57	60	62	64	65	67	69	70	72
	50	30	25	29	33	36	39	42	44	48	52	54	57	59	60	63	65	66	69
	30	10	20	25	29	33	35	38	40	43	47	51	54	56	57	60	62	64	66
ОДР и	70	50	28	32	35	38	41	44	46	48	52	54	56	58	60	62	63	64	65
	50	30	24	27	30	33	36	38	41	44	47	50	52	54	55	58	59	61	62
ПВЛ- 6	30	10	21	24	27	29	32	34	36	39	43	46	49	51	52	55	57	58	60

16. Необходимый световой поток одной лампы, лм:

$$F_{\text{расч}} = \frac{E_{\text{min}} \cdot K_3 \cdot Z \cdot S_{\text{п}} \cdot 100}{N_{\text{св}} \cdot n_{\text{л}} \cdot \eta_{\text{л}}} \quad (7.13)$$

17. По световому потоку выбрать лампу необходимой мощности со световым потоком не менее расчетного  $F_{\text{расч}}$  по таблицам 7.4 или 7.5, 7.6.

Рекомендуется в большинстве случаев принимать лампы типа ЛБ как имеющие наибольшую световую отдачу, лм/Вт, т. е. наиболее экономичные.

Таблица 7.4

Величина светового потока ламп накаливания

Мощность ламп, Вт	Напряжение в сети, В	Световой поток, лм	Напряжение в сети, В	Световой поток, лм
25	110, 120, 127	225	220	191
40	110, 120, 127	380	220	336
60	110, 120, 127	645	220	540
75	110, 120, 127	881	220	671
100	110, 120, 127	1275	220	1000
150	110, 120, 127	2175	220	1710
200	110, 120, 127	3050	220	2510
300	110, 120, 127	4875	220	4100
500	110, 120, 127	8725	220	7560
750	110, 120, 127	13690	220	12230
1000	110, 120, 127	19000	220	17200

Таблица 7.5

## Величина светового потока ламп ДРЛ

Тип лампы	Световой поток, лм	Напряжение на лампе, В	Мощность, Вт
ДРЛ-80	2000	115	80
ДРЛ-125	4800	125	125
ДРЛ-250	9500	140	250
ДРЛ-400	18000	143	400
ДРЛ-700	33000	143	700
ДРЛ-1000	46000	143	1000

Таблица 7.6

## Величина светового потока люминесцентных ламп

Тип ламп	Световой поток, лм	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В
ЛДЦ-15	450	15	58
ЛД-15	525		
ЛХБ-15	600		
ЛБ-15	630		
ЛТБ-15	600		
ЛДЦ-20	620	20	60
ЛД-20	760		
ЛХБ-20	900		
ЛБ-20	980		
ЛТБ-20	900		
ЛДЦ-30	1100	30	108
ЛД-30	1380		
ЛХБ-30	1500		
ЛБ-30	1740		
ЛТБ-30	1500		
ЛДЦ-40	1520	40	108
ЛД-40	1960		
ЛХБ-40	2200		
ЛБ-40	2480		
ЛТБ-40	2200		
ЛДЦ-80	2720	80	108
ЛД-80	3440		
ЛХБ-80	3840		
ЛБ-80	4320		
ЛТБ-80	3840		

17. Фактическая освещенность рабочих мест от общего равномерного освещения, лк:

$$E_{\text{факт}} = \frac{F_{\text{факт}} \cdot N_{\text{св}} \cdot n_{\text{л}} \cdot \eta_{\text{и}}}{K_3 \cdot Z \cdot S_{\text{п}} \cdot 100} \quad (7.14)$$

Отклонение действительной освещенности от нормируемой не должно превышать  $-10$ – $+20$  %. Если отклонение больше указанного значения, то необходимо выбрать другую схему расположения светильников.

Последним этапом расчета искусственной освещенности является определение мощности системы освещения:

$$P = P_{\text{л}} n_{\text{св}} \quad (7.15)$$

### Расчет искусственной освещенности методом ватт

Данный метод применяют для ориентировочных или проверочных расчетов освещенности в помещениях при равномерном расположении в них светильников. Значения удельной мощности  $P_{\text{уд}}$  зависят от многих переменных, но для случаев оптимального расположения светильников известного типа, заданной освещенности и высоты подвеса они известны. Их можно найти в справочной литературе.

Последовательность расчета методом удельной мощности при использовании **ламп накаливания** следующая:

1. Намечают тип и число светильников (ламп) в помещении, исходя высоты подвеса светильника над рабочей поверхностью  $h_{\text{под}}$  и расстояния между светильниками и рядами  $L = 1,5 \cdot h_{\text{под}}$ .

2. По таблице 7.7 принимают значение удельной мощности  $P_{\text{уд}}$ .

Таблица 7.7

Удельная мощность общего равномерного освещения  $P_{\text{уд}}$  (Вт/м<sup>2</sup>)

H, м	S, м <sup>2</sup>	E, лк					
		20	30	50	75	100	150
1	2	3	4	5	6	7	8
«Универсаль» без затенителя (У)							
$\rho_{\text{п}} = 50 \%$ , $\rho_{\text{ст}} = 30 \%$							
2-3	10-15	9,2	12,0	19,3	26,5	34,0	48
	15-25	7,7	10,2	16,3	23,5	29,0	40
	25-50	6,4	8,6	13,8	19,5	24,5	35
	50-150	5,3	7,2	11,4	16,3	21,0	29

1	2	3	4	5	6	7	8
3-4	10-15	10,3	14,7	22,5	31,0	40,0	55
	15-20	8,9	12,5	19,7	26,5	35,0	48
	20-30	7,7	10,6	17,3	24,0	30,0	42
	30-50	6,4	8,9	14,5	20,5	25,0	35
	50-120	5,5	7,6	12,0	17,0	21,5	29
«Универсаль» с затенителем ( $Y_M$ )							
$\rho_n = 50\%$ , $\rho_{ст} = 30\%$							
2-3	10-15	10,5	15,2	24,0	39,0	43,0	57
	15-25	8,8	12,8	20,0	28,0	36,0	49
	25-50	7,8	11,2	17,3	24,0	31,0	43
	50-150	6,7	9,6	14,8	20,5	26,5	37
3-4	10-15	13,0	18,3	29,5	40,0	48,0	72
	15-20	11,0	15,8	23,5	34,0	41,0	63
	20-30	9,6	13,8	20,5	29,0	36,0	54
	30-50	8,4	11,7	17,7	25,0	31,0	45
	50-120	7,1	9,8	15,3	21,0	25,5	38
«Люцетта»							
$\rho_n = 70\%$ , $\rho_{ст} = 50\%$							
2-3	10-15	9,2	12,5	19,5	27,5	35,0	52
	15-25	7,7	10,3	16,5	22,5	28,5	43
	25-50	6,4	8,8	13,5	19,0	23,5	35
	50-150	5,3	7,3	11,3	15,7	19,5	29
3-4	10-15	11,5	16,3	25,0	38,0	50,0	79
	15-20	9,8	14,0	21,0	33,0	43,0	66
	20-30	8,4	11,9	17,8	27,5	36,0	55
	30-50	6,7	9,6	14,2	21,5	28,5	44
	50-120	5,3	7,6	11,2	17,5	22,5	34
НОб-150, НОб-30 без отражателя							
$\Phi_M$ , ПГ ( $\rho_n = 50\%$ , $\rho_{ст} = 30\%$ )							
$H, м$	$S, м^2$	$E, лк$					
1,5-2,0		5	10	20	30	50	
	10-15	4,3	7,1	12,0	16,2	27,0	
	15-25	3,6	6,3	10,4	14,3	22,5	
	25-50	3,0	5,3	8,8	12,2	19,5	
	50-100	2,6	4,4	7,5	10,2	16,0	
2-4	10-15	4,7	7,7	14,6	20,5	31,0	
	15-25	3,8	6,5	11,3	16,7	25,0	
	25-50	3,2	5,4	9,5	13,2	20,5	
	50-100	2,6	4,3	7,7	10,9	16,5	

3. Определяют расчетную мощность одной лампы  $P_{л}$ , Вт/м<sup>2</sup>,

$$P_{л} = \frac{P_{уд} \cdot S}{n}, \quad (7.16)$$

где  $P_{уд}$  – удельная мощность, Вт/м<sup>2</sup>;

$S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$n$  – число ламп, шт.

4. По таблице 7.8 выбирают ближайшую по мощности лампу.

Таблица 7.8

Основные характеристики ламп накаливания

Тип лампы	Расчетное напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Тип лампы	Расчетное напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм		
В125-135-15	130	15	135	Б125-	130	100	1540		
В215-225-15	220		105	135-00	220		1350		
В220-230-15	225		100	100	В215-		225	1350	
В230-240-15	235				225-00		235	1335	
					Б220-		240	1330	
					230-		220	1450	
					100				
					Б230-				
					240-				
					100				
		Б235-							
		245-							
		100							
		БК215							
		-225-							
		100							
В125-135-25	130	25	260	Г125-	130	150	2280		
В215-225-25	220		220	135-	220		2090		
В220-230-25	225		230	150	225		2090		
В230-240-25	235		225	100	Г215-		235	2065	
			100		100		225-	240	2060
							150		
							Г220-		
							230-		
							150		
							Г230-		
		240-							
		150							
		Г235-							
		245-							
		150							

Окончание таблицы 7.8

Тип лампы	Расчетное напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Тип лампы	Расчетное напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм
Б125-135-40 БК125-135-40	130	40	485	Г125-	130	200	3200
Б215-225-40 БК215-225-40			520	135-	220		2920
Б220-230-40 БК220-230-40	220	40	415	200	225	200	2920
Б230-240-40 БК230-240-40			460	Г215-	235		2890
Б220-230-40 БК220-230-40	225	40	415	225-	200	200	
Б230-240-40 БК230-240-40			460	200			
Б230-240-40 БК230-240-40	235	40	410	Г230-	240-	200	
Б230-240-40 БК230-240-40			410	200			
Б125-135-60 Б215-225-60	130	60	810	Г125-	130	300	4900
БК215-225-60	220		715	135-	220		4610
Б220-230-60	220		790	300	225		4610
Б220-230-60	225		715	Г215-	235		4560
Б215-225-60 БК215-225-60	220	60	715	225-	300	300	
Б220-230-60 БК220-230-60			715	300			
Б220-230-60 БК220-230-60	225	60	715	Г230-	240-	300	
Б230-240-60 БК230-240-60			715	300			
Б215-225-75 Б220-230-75	220	75	950	Г125-	130	500	8700
Б230-240-75 БК215-225-75	225		950	135-	220		8300
Б230-240-75 БК215-225-75	235		935	500	225		8300
Б230-240-75 БК215-225-75	220		1020	Г215-	235		8225
Б215-225-75 Б220-230-75	220	75	950	225-	500	500	
Б230-240-75 БК215-225-75			1020	500			
Б230-240-75 БК215-225-75	225	75	935	Г230-	240-	500	
Б230-240-75 БК215-225-75			1020	500			

Расчет освещения методом удельной мощности при освещении **люминесцентными лампами** производят в такой последовательности:

1. По таблице 7.9 в зависимости от  $H$ ,  $S$ ,  $E$  и типа светильника принимают значение удельной мощности  $P_{уд}$ .

Таблица 7.9

Значение удельной мощности общего равномерного освещения  $P_{уд}$  (Вт/м<sup>2</sup>)  
при люминесцентных светильниках с лампами ЛБ 30, ЛБ 40 при  $\rho_n = 50\%$ ,  $\rho_{ст} = 30\%$ .

Тип светильника		ОД-2; ОД-4					ОДР-2; ОДР-4; ОДО-2; ОДО-4					ОДОР-2; ОДОР-4				
H, м	S, м <sup>2</sup>	E, лк														
		75	10	150	200	300	75	100	150	200	300	75	100	150	200	300
2-3	10-15	6,5	8,7	13,0	17,4	26,0	7,0	9,3	14,0	18,6	28,0	7,6	10,2	15,2	20,5	30,0
	15-25	5,5	7,3	11,0	14,6	22,0	5,9	7,9	11,8	15,8	23,5	6,4	8,5	12,8	17,0	25,5
	25-50	4,5	6,0	9,0	12,0	18,0	5,0	6,6	10,0	12,2	20,0	5,4	7,2	10,8	14,4	21,5
	50-150	3,7	5,0	7,5	10,0	15,0	4,1	5,4	8,2	10,8	16,4	4,4	5,9	8,8	11,8	17,6
	150-300	3,3	4,4	6,6	8,8	13,2	3,6	4,8	7,8	9,6	14,4	3,9	5,2	7,8	10,4	15,2
3-4	10-15	8,4	11,2	16,8	22,5	33,0	9,3	12,4	18,6	25,0	37,0	10,4	13,8	21,0	27,5	42,0
	15-20	7,2	9,6	14,4	19,2	29,0	8,1	10,8	16,2	21,5	32,0	8,8	11,8	17,6	23,5	35,0
	20-30	6,4	8,5	12,8	17,0	25,5	7,1	9,4	14,4	19,8	28,0	7,5	10,0	15,0	20,0	30,0
	30-50	5,5	7,3	11,0	14,6	22,0	5,9	7,9	11,8	15,8	23,5	6,4	8,5	12,8	17,0	25,5
	50-120	4,3	5,8	8,7	11,6	17,4	4,8	6,4	9,6	12,8	19,2	5,3	7,0	10,6	14,0	21,5
	120-300	3,7	4,9	7,4	9,8	14,8	4,0	5,3	8,0	10,6	16,0	4,3	5,8	8,7	11,6	17,4
4-6	10-17	10,6	14,2	21,0	28,5	42,0	12,0	16,0	24,0	32,0	48,0	13,9	18,5	28,0	37,0	55,0
	17-25	8,9	11,8	17,8	23,5	36,0	10,3	13,7	20,5	27,5	41,0	11,3	15,0	22,5	30,0	45,0
	25-35	7,8	10,4	15,6	21,0	31,0	8,8	11,7	17,6	23,5	35,0	9,7	13,0	19,4	26,0	39,0
	35-50	6,9	9,2	13,8	17,4	27,5	7,6	10,2	15,2	20,5	30,0	8,2	11,0	16,5	22,0	33,0
	50-80	5,9	7,9	11,8	15,8	23,5	6,5	8,6	13,0	17,2	26,0	7,0	9,3	14,0	18,6	28,0
	80-150	4,9	6,6	9,8	13,2	19,8	5,5	7,3	11,0	14,6	22,0	5,8	7,8	11,6	15,6	23,0
	150-400	4,0	5,3	8,0	10,6	16,0	4,3	5,8	8,6	11,6	17,2	4,7	6,3	9,4	12,6	18,8

Определяется количество люминесцентных ламп  $n$ . Мощность одной лампы  $P_{л}$  принимается по таблице 7.6.

$$n = \frac{P_{уд} \cdot S}{P_{л}} \quad (7.17)$$

2. По количеству ламп, устанавливаемых в одном светильнике,  $n_1$  и полному расчетному их количеству определяется количество светильников:

$$N = \frac{n}{n_1} \quad (7.18)$$

3. Намечаются места установки светильников с проверкой расстояния между светильниками и между рядами.

### Условия задач для самостоятельного решения

**Задача 1.** Рассчитать искусственное освещение цеха методом коэффициента использования светового потока. Длина помещения  $A$ , ширина  $B$ , высота  $H$ . Коэффициент отражения потолка –  $\rho_{\text{п}}$ , стен –  $\rho_{\text{ст}}$ . Нормируемая освещенность  $E_{\text{min}}$ . Запыленность помещения  $C$ . Количество чисток светильников в год –  $n_{\text{ч}}$ . Зарисовать схему размещения светильников в помещении.

Номер варианта	$A$ , м	$B$ , м	$H$ , м	$\rho_{\text{п}}$	$\rho_{\text{ст}}$	$C$ , мг/м <sup>3</sup>	$n_{\text{ч}}$	$E_{\text{min}}$ , лк	Тип светильника
1	12	12	3,6	50	30	0,8	2	200	ОДО-2
2	28	14	3,3	70	50	1,5	6	300	ОДОР-2
3	30	14	3,4	50	30	0,9	4	200	ОДО-2
4	40	22	3,5	70	50	0,8	4	300	ОД-2
5	26	20	3,6	50	30	8	18	200	ОДО-2
6	38	18	3,7	70	50	0,7	2	300	ОДР-2

**Задача 2.** В помещении ремонтной мастерской длиной  $A$ , шириной  $B$  с запыленностью воздушной среды более 5 мг/м<sup>3</sup> выполняются работы, требующие различения предметов размером  $a$  на светлом фоне. Контраст объекта различения с фоном – малый. Помещение освещается лампами накаливания мощностью  $P$ . Высота подвеса светильников над рабочей поверхностью  $h_{\text{под}}$ . Коэффициенты отражения потолка – 50 %, стен – 30 %. Напряжение сети 220 В. Количество чисток светильников в год – 4. Рассчитать общее искусственное освещение по методу коэффициента использования светового потока.

Номер варианта	$A$ , м	$B$ , м	$a$ , мм	$h_{\text{под}}$ , м	Тип светильника
1	30	20	0,7	4,2	У
2	10	80	0,5	3,2	Ум
3	60	12	0,6	2,9	Лц
4	14	80	0,8	3,9	Ш
5	50	10	0,9	4,1	У
6	11	10	1	2,9	Ум

**Задача 3.** Производственное помещение длиной  $A$ , шириной  $B$ , высотой  $H$  освещается  $n$  светильниками рассеянного света с лампами накаливания мощностью  $P$ . Высота свеса светильников  $h_{св}$ . Высота рабочей поверхности  $h_p$ . Определить расчетом по методу удельной мощности, обеспечивается ли нормированная освещенность  $E$  на рабочих поверхностях при общем освещении помещения.

Номер варианта	$A$ , м	$B$ , м	$H$ , м	$n$ , шт.	$P$ , Вт	$h_{св}$ , м	$h_p$ , м	$E_{min}$ , лк	Тип светильника
1	12	10	4,8	14	100	0,65	0,7	50	Люцетта
2	10	12	3,6	10	75	0,25	1,2	20	Универсаль с затемнением
3	8	14	3,6	12	200	0,2	0,8	30	Универсаль без затемнения
4	6	12	4,8	10	150	0,35	1,2	75	Люцетта
5	10	12	5,2	16	100	0,25	1,2	110	Универсаль с затемнением
6	8	10	4,0	12	75	0,65	1,2	150	Универсаль без затемнения

### Контрольные вопросы

1. Как классифицируют светильники в зависимости от конструктивного исполнения?
2. Какие задачи решаются при расчете искусственного освещения?
3. Какими методами рассчитывается искусственное освещение?
4. Как рассчитывается искусственное освещение по методу коэффициента использования светового потока?
5. Чем характеризуются светильники прямого, рассеянного и преимущественно отраженного света?
6. Как рассчитывается искусственное освещение методом ватт?

Практическая работа № 8

**РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

---

**Цель работы** – научиться определять толщину теплоизоляции производственного оборудования с целью защиты от инфракрасного излучения.

**Общие сведения**

Находясь вблизи нагретых материалов, поверхностей оборудования (печи, ванны, камеры и др.), трубопроводов, пламени, человек подвергается воздействию инфракрасного излучения. Из-за его поглощения повышается не только температура человеческого тела, но и конструкции помещений (пол, стены, перекрытия), оборудования, инструмента. В результате может резко повыситься температура воздуха внутри помещения, что значительно ухудшит микроклимат рабочей зоны.

Тепловая изоляция является эффективным и самым экономичным средством не только по уменьшению интенсивности инфракрасного излучения от нагретых поверхностей, но и общих тепловыделений, а также по предотвращению ожогов при прикосновении к этим поверхностям и сокращению расходов топлива.

Для тепловой изоляции могут применяться любые материалы с низкой теплопроводностью. При выборе материала для изоляции необходимо принимать во внимание механические свойства материалов, а также их способность выдерживать высокую температуру. При этом в соответствии с санитарными нормами [7] температура поверхности теплоизоляции не должна превышать 45 °С.

При расчете изоляции придерживаются следующего порядка. Сначала устанавливаются допустимые тепловые потери объекта при наличии изоляции, задавшись температурой на поверхности изоляции  $t_{из} = 45$  °С.

Количество теплоты,  $\text{Вт/м}^2$ , отдаваемой единицей поверхности тела в единицу времени в окружающую среду:

$$q = \alpha(t_{\text{из}} - t_{\text{в}}), \quad (8.1)$$

где  $\alpha$  – суммарный коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности изоляции к воздуху,  $\text{Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{из}}$  – температура на наружной поверхности изоляции,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{в}}$  – температура воздуха в помещении,  $^\circ\text{C}$ .

$$\alpha = \alpha_{\text{к}} + \alpha_{\text{л}}, \quad (8.2)$$

где  $\alpha_{\text{к}}$  – коэффициент теплоотдачи от изолируемой стенки к воздуху путем конвекции,  $\text{Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ;

$\alpha_{\text{л}}$  – коэффициент теплоотдачи от изолируемой стенки к воздуху путем лучеиспускания,  $\text{Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ .

$$\alpha_{\text{л}} = \frac{5,7 \cdot \varepsilon \cdot \left[ \left( \frac{T_{\text{вн}}}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{\text{в}}}{100} \right)^4 \right]}{T_{\text{вн}} - T_{\text{в}}}, \quad (8.3)$$

где 5,7 – коэффициент излучения абсолютно черного тела,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K}^4)$ ;

$\varepsilon$  – степень черноты тела, для стали равна 0,6; чугуна – 0,95; меди – 0,023; кирпича красного – 0,93; алюминия – 0,04; латуни – 0,6;

$T_{\text{вн}}$  – температура внутри аппарата,  $^\circ\text{K}$ ;

$T_{\text{в}}$  – температура воздуха в помещении,  $^\circ\text{K}$ .

$$\alpha_{\text{к}} = \frac{N_u \cdot \lambda}{l}, \quad (8.4)$$

где  $N_u$  – критерий Нуссельта;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности воздуха,  $\text{Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$  (табл. 8.1);

$l$  – характерный размер тела, м; для цилиндра – диаметр; вертикального параллелепипеда – высота; горизонтального параллелепипеда – ширина.

Таблица 8.1

Значение коэффициента теплопроводности воздуха в зависимости от температуры и соответствующие им значения коэффициента кинематической вязкости и критерия Прандтля

Температура воздуха, °С	Коэффициент теплопроводности воздуха $\lambda$ , Вт/м·°С	Коэффициент кинематической вязкости $\nu$ , м <sup>2</sup> /С·10 <sup>-6</sup>	Критерий Прандтля $P_r$
10	0,0251	14,16	0,705
20	0,0259	15,06	0,703
30	0,0267	16,00	0,701
40	0,0276	16,96	0,699
50	0,0283	17,95	0,698

В свою очередь:

$$N_u = c \cdot (G_r \cdot P_r)^n, \quad (8.5)$$

где  $c$  и  $n$  – эмпирические коэффициенты, приведены в таблице 8.2;

$G_r$  – критерий Грасгофа.

Таблица 8.2

Значения коэффициентов  $c$  и  $n$

$G_r \cdot P_r$	$c$	$n$
$1 \cdot 10^{-3}$	0,500	0
$1 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^2$	1,180	1/8
$5 \cdot 10^2 - 2 \cdot 10^7$	0,540	1/4
$2 \cdot 10^7 - 1 \cdot 10^{18}$	0,135	1/3

$$G_r = \beta \cdot g \cdot \frac{l^3}{\nu^2} (t_{из} - t_{в}), \quad (8.6)$$

где  $\beta$  – коэффициент объемного расширения, °С;

$$\beta = \frac{1}{273 + t_{в}}; \quad (8.7)$$

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $g = 9,81$ ;

$\nu$  – коэффициент кинематической вязкости (табл. 8.1);

$P_r$  – критерий Прандтля (табл. 8.1).

Выражение для определения толщины теплоизоляции имеет вид:

$$\delta_{из} = \lambda_{из} \cdot \left( \frac{1}{K} - \frac{1}{\alpha} - \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} \right), \quad (8.8)$$

где  $\delta_{ст}$ ,  $\lambda_{ст}$  – толщина (м) и коэффициент теплопроводности стенки, Вт/м °С (табл. 8.3);

$\delta_{из}$ ,  $\lambda_{из}$  – толщина (м) и коэффициент теплопроводности изоляционного материала, Вт/м·°С (табл. 8.3);

$K$  – коэффициент теплопередачи стенки, Вт/м<sup>2</sup>·°С, который можно определить из выражения:

$$q = K(t_{вн} - t_{в}). \quad (8.9)$$

Таблица 8.3

Значения коэффициентов теплопроводности

Материал	Температура, °С	Коэффициент теплопроводности, Вт/ м·°С
Альфоль	50	0,0465
Асбест листовой	30	0,1200
Волокно (асбестовое)	50	0,1100
Войлок шерстяной	30	0,0524
Глина огнеупорная	450	1,0400
Дерево сосна	20	0,1100
Картон гофрированный	20	0,0600
Кирпич изоляционный	100	0,1400
Кирпич строительный	20	0,23-0,30
Гипс	-	0,291
Пробка	20	0,0384
Штукатурка	20	0,7800
Кожа	30	0,1600
Резина	0	0,1600
Стекланная вата	0	0,0400
Шлаковая вата	100	0,4700
Алюминий	0	204,0
Бронза	20	64,0
Латунь	0	85,5
Сталь	0	45,4
Чугун	0	63,0

## Условия задач для самостоятельного решения

**Задача 1.** Рассчитать толщину теплоизоляции для цилиндрического аппарата диаметром  $d$ , м, изготовленного из металла  $M$ , толщина стенки аппарата  $\delta_{ст}$ . Температура среды в аппарате  $t_{вн}$ ; температура воздуха в помещении  $t_{в}$ . В качестве изоляции используется изоляционный материал  $M_{из}$ .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$d$ , м	1,5	2,0	2,5	1,8	0,8
$M$	Сталь	Латунь	Чугун	Алюминий	Сталь
$\delta_{ст}$ , мм	10	5	15	5	8
$t_{вн}$ , °C	118	180	120	240	150
$t_{в}$ , °C	23	26	28	28	26
$M_{из}$	Войлок шерстяной	Асбест	Кирпич	Асбест	Картон

### Контрольные вопросы

1. Какую опасность для человека представляет инфракрасное излучение?
2. Какие основные способы защиты человека от инфракрасного излучения?
3. К чему сводится расчет теплоизоляции?
4. Чему равна допустимая температура на поверхности изоляции в соответствии с санитарными нормами?

## Практическая работа № 9

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

**Цель занятия** – изучение методики расчетов параметров электромагнитных полей радиочастотного диапазона и способов защиты от них.

### Общие сведения

Все существующие электромагнитные излучения (ЭМИ) различаются частотой колебаний и длиной волн. Они сгруппированы по видам излучения и обладают различающимися между собой физической природой и биологическим действием на организм человека.

Таблица 9.1

Классификация излучений на производстве  
в соответствии с международным регламентом

Вид излучения	Диапазон частот, Гц	Длина волны, м, или заряд частиц
1	2	3
ЭМИ (поля радиочастотного диапазона)		
	$3 \cdot 10^4 \dots 3 \cdot 10^5$ низкочастотные (НЧ)	$10^4 \dots 10^3$ километровые
	$3 \cdot 10^5 \dots 3 \cdot 10^6$ среднечастотные (СЧ)	$10^3 \dots 10^2$ гектометровые
	$3 \cdot 10^6 \dots 3 \cdot 10^8$ высокочастотные (ВЧ)	100...10 декаметровые

1	2	3
	$3 \cdot 10^7 \dots 3 \cdot 10^8$ очень высокочастотные (ОВЧ)	10...1 метровые
	$3 \cdot 10^8 \dots 3 \cdot 10^9$ ультравысокочастотные (УВЧ)	1...0,1 дециметровые
	$3 \cdot 10^9 \dots 3 \cdot 10^{10}$ сверхвысокочастотные (СВЧ)	0,1...0,01 сантиметровые
	$3 \cdot 10^{10} \dots 3 \cdot 10^{11}$ крайневысокочастотные (КВЧ)	$10^{-2} \dots 10^{-3}$ миллиметровые
ЭМИ оптического диапазона		
Инфракрасное	$3 \cdot 10^{12} \dots 4 \cdot 10^{16}$	$10^{-4} \dots 7,5 \cdot 10^{-7}$
Видимое	$4 \cdot 10^{16} \dots 7,5 \cdot 10^{16}$	$7,5 \cdot 10^{-7} \dots 4 \cdot 10^{-7}$
Ультрафиолетовое	$7,5 \cdot 10^{16} \dots 3 \cdot 10^{17}$	$4 \cdot 10^{-7} \dots 10^{-9}$
Лазерное излучение	От ультрафиолетовой до инфракрасной области	
Ионизирующие излучения		
Рентгеновское и $\gamma$ -излучение	-	$2 \cdot 10^{-9} \dots 1,9 \cdot 10^{-12}$
$\alpha$ -излучение	-	Положительно заряженные
$\beta$ -излучение	-	Отрицательно заряженные
Позитронное	-	Положительно заряженные
Нейтронное	-	Не несущие заряда

В производственных помещениях основными источниками электромагнитной энергии радиочастотного диапазона (РЧ) являются неэкранированные ВЧ-блоки установок: генераторные шкафы, конденсаторы, ВЧ-трансформаторы, магнетроны, клистроны, лампы бегущей волны, волноводные тракты и др. Свой вклад в электромагнитную обстановку помещений в диапазоне промышленной частоты 50 Гц вносит электротехническое оборудование здания, а именно кабельные линии, подводящие электричество ко всем потребителям системы жизнеобеспечения здания, а также распределительные щиты и трансформаторы. В помещениях, смежных с этими источниками, обычно повышен уровень магнитного по-

ля промышленной частоты, вызываемый протекающим электротоком. Уровень электрического поля промышленной частоты при этом обычно невысокий и не превышает ПДУ 500 В/м.

В окружающей среде основными источниками излучения электромагнитной энергии РЧ служат антенные системы радиолокационных станций (РЛС), радио- и телерадиостанций, в т. ч. систем мобильной радиосвязи, воздушные ЛЭП и пр. Современный этап характеризуется увеличением мощностей источников электромагнитного излучения (ЭМИ) РЧ, что при определенных условиях может приводить к электромагнитному загрязнению окружающей среды и оказывать неблагоприятное воздействие на организм человека. Провода работающей линии электропередачи создают в прилегающем пространстве электрическое и магнитное поля промышленной частоты. Расстояние, на которое распространяются эти поля, от проводов линии достигает десятков метров. Дальность распространения электрического поля зависит от класса напряжения ЛЭП, чем выше напряжение – тем больше зона повышенного уровня электрического поля.

Электромагнитное поле обладает определенной энергией и характеризуется *электрической  $E$*  (В/м) и *магнитной  $H$*  (А/м) *напряженностью*, что необходимо учитывать при оценке условий труда.

Энергия ЭМП определяется *плотностью потока энергии ППЭ*, Вт/м<sup>2</sup>:

$$\text{ППЭ} = E \cdot H. \quad (9.1)$$

Действие электромагнитного излучения зависит от длины волны (или частоты излучения), режима генерации (непрерывный, импульсный); условий воздействия на организм (постоянное, прерывистое, общее, местное, интенсивность, длительность). Биологическая активность ЭМИ убывает с увеличением длины волны (или снижением частоты) излучения. Наиболее активными являются метровый, санти- и дециметровый диапазоны радиоволн.

В зоне действия ЭМП человек подвергается тепловому и биологическому воздействиям.

*Переменное электрическое поле* вызывает нагрев тканей человека как за счет переменной поляризации диэлектрика (сухожилия хрящи и т. д.), так и за счет появления токов проводимости. Чем больше напряженность поля и время воздействия, тем сильнее проявляются указанные эффекты. Перегрев

особенно вреден для тканей со слаборазвитой сосудистой системой или недостаточным кровообращением (глаза, мозг, почки, желудок, желчный и мочевой пузыри). Облучение глаз может привести к помутнению хрусталика (катаракте) и потере зрения.

Длительное хроническое действие радиоволн умеренной интенсивности, не дающее явного теплового эффекта, может вызывать функциональные изменения в центральной нервной и сердечно-сосудистых системах. В связи с этим могут появиться головные боли, быстрая утомляемость, ухудшение самочувствия, понижение или повышение давления, снижение частоты пульса, изменение проводимости сердечной мышцы, нервно-психические расстройства. Могут наблюдаться трофические расстройства: похудание, выпадение волос, ломкость ногтей, изменения в крови. На ранней стадии эти явления носят обратимый характер, более выраженные изменения могут привести к стойкому снижению работоспособности.

Биологическая активность ЭМП увеличивается с возрастанием частоты колебаний и является наибольшей в области СВЧ. Облучение ЭМП большой интенсивности может привести к разрушительным изменениям в тканях и органах. Тяжелые поражения возникают только в аварийных случаях и встречаются крайне редко. Длительное хроническое воздействие ЭМП небольшой интенсивности (не вызывающих теплового эффекта) приводит к различным нервным и сердечно-сосудистым расстройствам (головной боли, утомляемости, нарушению сна, боли в области сердца и т. п.).

Возможны нарушения со стороны эндокринной системы и изменение состава крови. На ранних стадиях нарушения в состоянии здоровья носят обратимый характер.

Основным параметром, характеризующим биологическое действие ЭМП промышленной частоты, является *электрическая напряженность*.

Магнитная составляющая заметного влияния на организм не оказывает, так как в действующих установках напряженность магнитного поля промышленной частоты не превышает 25 А/м, а вредное биологическое действие проявляется при напряженности 150–200 А/м.

Воздействие электрического поля промышленной частоты на организм человека сводится к влиянию электрического поля непосредственно на мозг и центральную нервную систему.

## Нормирование электромагнитных полей радиочастотного диапазона

Санитарные нормы и правила при работе с источниками электромагнитных полей радиочастотного диапазона СанПиН 2.2.4/2.1.8.9-36-2002 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)» приняты с целью охраны здоровья работающих и устанавливают предельно допустимые интенсивности на рабочих местах [8].

Область распространения ЭМП от источника его излучения условно разделяют на три зоны. **Ближняя** (зона индукции) имеет радиус от излучателя, равный  $1/6$  длины волны. **Дальняя зона** начинается с расстояния от излучателя, равного примерно шести длинам волны. Между ними находится промежуточная зона. В ближней и промежуточной зонах электромагнитная волна еще не сформировалась, поэтому интенсивность поля оценивается отдельно по электрической составляющей напряженности поля  $E$ , В/м, и магнитной составляющей  $H$ , А/м. В дальней волновой зоне поле оценивается не по напряженностям, а по плотности потока энергии.

### Нормирование ЭМП в ближней зоне

ЭМП в диапазоне 300 Гц – 30 кГц и 30 кГц – 300 МГц (верхний предел не включается) оценивается напряженностью поля.

На диапазоне частот 300 Гц – 30 кГц до введения дозных подходов нормирования устанавливаются следующие фиксированные значения предельно допустимых уровней: по электрической составляющей – 500 В/м для условий шахт и 1000 В/м для всех остальных случаев, по магнитной составляющей – 25 А/м.

Временное действие ЭМП диапазона 30 кГц – 300 МГц оценивается энергетической нагрузкой (ЭН):

$$\text{ЭН}_E = E^2 \cdot T, \quad (9.2)$$

где  $\text{ЭН}_E$  – энергетическая нагрузка, создаваемая электрическим полем,  $(\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$ ;

$E$  – напряженность поля для электрической составляющей, В/м;

$T$  – время, ч.

$$\text{ЭН}_H = H^2 \cdot T, \quad (9.3)$$

где  $\text{ЭН}_H$  – энергетическая нагрузка, создаваемая магнитным полем,  $(\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$ ;

$H$  – напряженность поля для магнитной составляющей, А/м;

$T$  – время, ч.

Предельно допустимые значения  $E$  и  $H$  на рабочих местах определяются, исходя из допустимой энергетической нагрузки и времени воздействия, по формулам:

$$E_{\text{пд}} = \sqrt{\frac{\text{ЭН}_{E_{\text{пд}}}}{T}}, \quad (9.4)$$

где  $E_{\text{пд}}$  – предельно допустимое значение напряженности электрического поля, В/м;

$\text{ЭН}_{E_{\text{пд}}}$  – энергетическая нагрузка электрического поля,  $(\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$ .

$$H_{\text{пд}} = \sqrt{\frac{\text{ЭН}_{H_{\text{пд}}}}{T}}, \quad (9.5)$$

где  $H_{\text{пд}}$  – предельно допустимое значение напряженности магнитного поля, А/м;

$\text{ЭН}_{H_{\text{пд}}}$  – энергетическая нагрузка магнитного поля,  $(\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$ .

Предельные значения электромагнитных полей представлены в таблице 9.2.

Таблица 9.2

Предельные значения параметров ЭМП

Параметр	Предельные значения в диапазонах частот, МГц		
	0,03-3	3-30	30-300
Электрическая составляющая $E_{\text{пд}}$ , В/м	500	300	80
Магнитная составляющая $H_{\text{пд}}$ , А/м	50	-	-
Энергетическая нагрузка электрического поля $\text{ЭН}_{E_{\text{пд}}}$ , $(\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$	20000	7000	800
Энергетическая нагрузка магнитного поля $\text{ЭН}_{H_{\text{пд}}}$ , $(\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$	200	-	0

### Нормирование ЭМП в дальней зоне

В диапазоне 300 МГц – 300 ГГц нормируется плотность потока энергии ППЭ ( $\text{Вт/м}^2$ ). Энергетическая нагрузка плотности потока энергии определяется по формуле:

$$\text{ЭН}_{\text{ППЭ}} = \text{ППЭ} \cdot T, \quad (9.6)$$

где  $\text{ЭН}_{\text{ППЭ}}$  – энергетическая нагрузка плотности потока энергии, Вт·ч/м<sup>2</sup>;

$T$  – время воздействия, ч.

Предельно допустимые значения ППЭ определяются по формуле:

$$\text{ППЭ}_{\text{пд}} = K \frac{\text{ЭН}_{\text{ППЭ}_{\text{пд}}}}{T}, \quad (9.7)$$

где  $\text{ППЭ}_{\text{пд}}$  – предельно допустимое значение плотности потока энергии, Вт/м<sup>2</sup>;

$\text{ЭН}_{\text{ППЭ}_{\text{пд}}}$  – предельно допустимая величина энергетической нагрузки, равная 2 Вт·ч/м<sup>2</sup>; (200 мкВт/см<sup>2</sup>);

$K$  – коэффициент ослабления биологической активности, равный 1 (единице);

$T$  – время облучения за рабочую смену, ч.

При воздействии нескольких источников, работающих в частотных диапазонах, для которых установлены единые предельно допустимые уровни, следует определять суммарную энергетическую нагрузку при равных ПДУ по формулам:

$$\text{ЭН}_{E1} + \text{ЭН}_{E2} + \dots + \text{ЭН}_{En} \leq \text{ЭН}_{E_{\text{пд}}}; \quad (9.8)$$

$$\text{ЭН}_{H1} + \text{ЭН}_{H2} + \dots + \text{ЭН}_{Hn} \leq \text{ЭН}_{H_{\text{пд}}}; \quad (9.9)$$

$$\text{ЭН}_{\text{ППЭ}1} + \text{ЭН}_{\text{ППЭ}2} + \dots + \text{ЭН}_{\text{ППЭ}n} \leq \text{ЭН}_{\text{ППЭ}_{\text{пд}}}. \quad (9.10)$$

При наличии источников, работающих в частотных диапазонах, для которых установлены разные значения ПДУ, безопасность воздействия ЭМП оценивается суммой отношений энергетических нагрузок, создаваемых каждым источником, к соответствующим предельно допустимым значениям параметра:

$$\frac{\text{ЭН}_{E1}}{\text{ЭН}_{E_{\text{пд}1}}} + \frac{\text{ЭН}_{E2}}{\text{ЭН}_{E_{\text{пд}2}}} + \dots + \frac{\text{ЭН}_{En}}{\text{ЭН}_{E_{\text{пд}n}}} \leq 1. \quad (9.11)$$

При воздействии на персонал ЭМП с различными нормируемыми параметрами безопасность воздействия оценивается по критерию:

$$\frac{\text{ЭН}_{\text{ППЭ}}}{\text{ЭН}_{\text{ППЭ}_{\text{пд}}}} + \frac{\text{ЭН}_E}{\text{ЭН}_{E_{\text{пд}}}} \leq 1; \quad \frac{\text{ЭН}_{\text{ППЭ}}}{\text{ЭН}_{\text{ППЭ}_{\text{пд}}}} + \frac{\text{ЭН}_H}{\text{ЭН}_{H_{\text{пд}}}} \leq 1. \quad (9.12)$$

Одновременное воздействие электрического и магнитного полей в диапазоне от 0,03 до 3,0 МГц следует считать допустимым при условии:

$$\frac{\text{ЭН}_E}{\text{ЭН}_{E_{\text{пд}}}} + \frac{\text{ЭН}_H}{\text{ЭН}_{H_{\text{пд}}}} \leq 1. \quad (9.13)$$

Предельно-допустимое значение плотности потока энергии в любом случае не должно превышать 10 Вт/м<sup>2</sup>.

Ответственность за проведение контроля и обеспечение безопасных уровней на рабочих местах возлагается на руководство предприятия. Периодичность контроля – 1 раз в год.

Измерения проводятся также в следующих случаях при обязательном присутствии представителя местных органов Госсаннадзора:

- при вводе в действие новых установок;
- при внесении изменений в конструкцию, размещение и режим работы установок;
- во время и после проведения ремонтных работ;
- при внесении изменений в средствах защиты от ЭМП;
- при организации новых рабочих мест.

### **Защита от воздействия электромагнитных полей**

Основными методами защиты от воздействия электромагнитных излучений являются:

- уменьшение излучения непосредственно у источника (достигается увеличением расстояния между источником направленного действия и рабочим местом, уменьшением мощности излучения генератора);
- рациональное размещение СВЧ и УВЧ установок (действующие установки мощностью более 10 Вт следует размещать в помещениях с капитальными стенами и перекрытиями, покрытыми радиопоглощающими материалами – кирпичом, шлакобетоном, а также материалами, обладающими отражающей способностью – масляными красками и др.);
- дистанционный контроль и управление передатчиками в экранированном помещении (для визуального наблюдения за передатчиками оборудуются смотровые окна, защищенные металлической сеткой);
- экранирование источников излучения и рабочих мест (применение отражающих заземленных экранов в виде листа или сетки из металла, обладающего высокой электропроводностью, – алюминия, меди, латуни, стали);
- организационные меры (проведение дозиметрического контроля интенсивности электромагнитных излучений – не реже одного раза в 6 месяцев;

медосмотр – не реже одного раза в год; дополнительный отпуск, сокращенный рабочий день, допуск лиц не моложе 18 лет и не имеющих заболеваний центральной нервной системы, сердца, глаз);

- применение средств индивидуальной защиты (защитные очки ОРЗ-5, переносные зонты, комбинезоны и халаты из металлизированной ткани, осуществляющие защиту организма человека по принципу заземленного сетчатого экрана).

Организационные меры защиты направлены на обеспечение оптимальных вариантов расположения объектов, являющихся источниками излучения, и объектов, оказывающихся в зоне воздействия, организацию труда и отдыха персонала с целью снизить до минимума время пребывания в условиях воздействия, предупредить возможность попадания в зоны с интенсивностями, превышающими ПДУ, т. е. осуществить защиту «временем».

Защита временем предусматривает нахождение в контакте с излучением только по служебной необходимости с четкой регламентацией по времени и пространству совершаемых действий; автоматизацию работ; уменьшение времени настроечных работ и т. д. В зависимости от воздействующих уровней (инструментальный и расчетный методы оценки) время контакта с ними определяется в соответствии с действующими нормативными документами.

К организационным мерам следует отнести также применение средств наглядного предупреждения о наличии того или иного излучения, вывешивание плакатов с перечнем основных мер предосторожности, проведение инструктажей, лекций по безопасности труда при работе с источниками излучений и профилактике их неблагоприятного и вредного воздействия.

В соответствии с ГОСТ 12.1.026-80 зоны излучения ограждаются либо устанавливаются предупреждающие знаки с надписями: «Не входить, опасно!».

### **Условия задач для самостоятельного решения**

**Задача 1.** Оцените с точки зрения условий труда уровень электромагнитных излучений частотой 460 МГц, если плотность потока энергии, измеренная на рабочем месте регулировщика радиоаппаратуры, равна ППЭ, Вт/м<sup>2</sup>, а время, в течение которого регулировщик подвергается облучению, составляет за смену  $T$ , ч. Сравнить уровень рассчитанной ППЭ с ППЭ<sub>пд</sub> и сделать вывод.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
Плотность потока энергии ППЭ, Вт/м <sup>2</sup>	0,2	0,6	0,7	0,5	0,4
Время облучения $T$ , ч	2	2,5	4	3,5	3

**Задача 2.** Оценить уровень электромагнитных излучений на рабочем месте оператора ПЭВМ при суммарной продолжительности его работы не менее  $T$ , ч, за смену, если суммарная напряженность электрической составляющей поля от строчного генератора (частота = 31 кГц) на расстоянии 30 см от экрана дисплея составила  $E$ , В/м, сделать вывод о необходимости принятия мер защиты или о ее отсутствии.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
Напряженность $E$ , В/м	80	75	100	120	140
Время работы $T$ , ч	4	4,5	2	2,5	3

**Задача 3.** Обосновать необходимость применения экранирования и определить эффективность экрана нагревательного элемента высокочастотной закалочной установки, работающей в диапазоне частот до 120 кГц. Измеренное максимальное значение напряженности магнитного поля на рабочем месте  $H$ , А/м, а продолжительность работы  $T$ , ч.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
Напряженность магнитного поля $H$ , А/м	9	11,5	13	12,5	8,5
Время работы $T$ , ч	2	3,5	6	2,5	3

Примечание. Эффективность экрана должна составлять не менее  $\mathcal{E}_{\text{экр}} \geq \frac{H_{\text{факт}}}{H_{\text{ПД}}}$ .

**Задача 4.** Оценить уровень электромагнитного излучения на рабочем месте регулировщика радиоаппаратуры от генератора мощностью  $P_{\text{ист}}$ , Вт, работающего в диапазоне частот 460–490 МГц, с точки зрения необходимости разработки мероприятий по защите персонала. Рабочее место удалено от источника излучения на расстояние  $r$ , м, а продолжительность пребывания персонала в условиях облучения за смену не превышает 6 ч. Сравнить значения ППЭ на рабочем месте с предельно допустимыми значениями, сделать вывод о необходимости защиты персонала.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
Излучаемая мощность, $P_{\text{изл}}$ , Вт	30	50	60	100	80
Расстояние $r$ , м	3,5	2	1,5	3	1
Время работы $T$ , ч	3	3,5	2,5	6	1,5

Примечание. Плотность потока энергии на рабочем месте можно рассчитать по формуле:  $\text{ППЭ}_{\text{р.м}} \approx \frac{P_{\text{ист}}}{4\pi r^2}$ .

### Контрольные вопросы

- 1) Что такое ЭМИ, назовите виды ЭМИ?
- 2) Что является источниками электромагнитного поля?
- 3) Какими параметрами характеризуется электромагнитное поле?
- 4) Как влияет электромагнитное поле на организм человека?
- 5) На кого возлагается ответственность за обеспечение безопасности на рабочих местах? Какая периодичность контроля?
- 6) Назовите методы защиты от электромагнитных полей.

## Практическая работа № 10

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ

---

**Цель работы** – изучение методики расчета эффективности звукоизоляции.

#### Общие сведения

Звукоизоляция – это комплекс мероприятий по снижению уровня шума, проникающего в помещение извне. Сущность звукоизоляции состоит в том, что падающая на ограждающую конструкцию энергия звуковой волны отражается в значительно большей степени, чем проходит через нее.

К средствам звукоизоляции относятся: звукоизолирующие ограждения, кожуха, кабины, а также акустические экраны.

К *звукоизолирующим ограждениям* относятся: стены, перекрытия, перегородки, остекленные проемы, окна и двери. Они позволяют изолировать источник шума от помещения или само помещение от шума, проникающего извне. Звукоизоляция достигается созданием герметичной преграды на пути распространения воздушного шума. Физическая сущность звукоизолирующих преград состоит в том, что падающая на ограждение энергия звуковой волны отражается в значительно большей степени, чем проходит через него. Основная количественная характеристика эффективности звукоизолирующих свойств ограждений – коэффициент звукопроницаемости  $\tau$ , который может быть рассчитан по формуле:

$$\tau = \frac{I_{\text{пр}}}{I_{\text{пад}}}, \quad (10.1)$$

где  $I_{\text{пр}}$  и  $I_{\text{пад}}$  – соответственно интенсивности прошедшего через ограждение и падающего звука, Вт/м<sup>2</sup>.

Эффект снижения шума за счет применения однослойной звукоизолирующей перегородки может быть определен по формуле:

$$\Delta L = 10 \lg \frac{1}{\tau} = 20 \lg(\rho h f) - 47,5, \quad (10.2)$$

где  $\rho$  – плотность материала перегородки, кг/м<sup>3</sup> (плотность материала ограждения выбирается по приложению 16);

$h$  – толщина перегородки, м;

$f$  – частота звука, Гц.

Как видно из формулы (10.2), звукоизоляция перегородки тем выше, чем она массивнее и чем выше частота звука. Перегородки выполняются из плотных твердых материалов (металла, бетона, железобетона, кирпича, керамических блоков, стекла и др.).

Наиболее шумные механизмы и машины закрывают **звукоизолирующими кожухами**, изготовленными из конструкционных материалов (стали, сплавов алюминия, пластмасс, ДСП и др.) и облицованными изнутри звукопоглощающим материалом. Кожух должен плотно закрывать источник шума, но при этом не соединяться жестко с механизмом, так как это дает отрицательный эффект – кожух становится дополнительным источником шума. Как и в случае звукоизолирующих ограждений, кожухи более эффективно снижают уровень шума на высоких, чем на низких частотах. Так, стальной кожух с размером стенки 4×4 м и толщиной 1,5...2,0 мм обеспечивает снижение шума на частоте  $f = 63$  Гц на 21 дБ, а на частоте  $f = 4000$  Гц – на 50 дБ.

Эффективность кожуха рассчитывается по формуле:

$$\Delta L = R_K + 10 \lg \alpha_{\text{обл}}, \quad (10.3)$$

где  $R_K$  – звукоизоляция стенок кожуха;

$\alpha_{\text{обл}}$  – коэффициент звукопоглощения материала кожуха;

для двухслойного кожуха  $\alpha_{\text{обл}} = \alpha_1 + \alpha_2$ , где  $\alpha_1, \alpha_2$  – коэффициенты звукопоглощения каждого слоя.

Требуемую эффективность звукоизоляции кожуха определяют по уравнению:

$$\Delta L_{\text{эф.тр}} = L_p - 10 \lg F_{\text{общ}} - L_{\text{доп}} + 5, \quad (10.4)$$

где  $L_p$  – октавный уровень звукового давления источника шума, дБ;

$F_{\text{общ}}$  – площадь кожуха, м<sup>2</sup>;

$L_{\text{доп}}$  – допустимый уровень звукового давления, дБ.

Акустическую эффективность кожуха определяют по уравнению:

$$\Delta L_{\text{эф.к}} = R_{\text{к}} - 10 \lg \frac{F_{\text{к}}}{F_{\text{ист}}}, \quad (10.4)$$

где  $R_{\text{к}}$  – звукоизолирующая способность стенок кожуха, дБ;

$F_{\text{к}}$  – площадь поверхности кожуха, м<sup>2</sup>;

$F_{\text{ист}}$  – площадь поверхности машины, создающей шум, м<sup>2</sup>.

Требуемую звукоизолирующую способность определяют по формуле:

$$R_{\text{к.тр}} = \Delta L_{\text{эф.к}} + 10 \lg \frac{F_{\text{общ}}}{F_{\text{ист}}}. \quad (10.5)$$

**Звукоизолирующие кабины** представляют собой локальные средства шумозащиты, устанавливаемые на автоматизированных линиях у постов управления и рабочих местах в шумных цехах для изоляции человека от источника шума. Их изготавливают из кирпича, бетона, стали, ДСП и других материалов. Окна и двери кабины должны иметь специальное конструктивное исполнение. Окна с двойными стеклами по всему периметру заделываются резиновой прокладкой, двери выполняются двойными с резиновыми прокладками по периметру.

Если нет возможности полностью изолировать либо источник шума, либо самого человека с помощью ограждений, кожухов и кабин, то частично уменьшить влияние шума можно путем создания на пути его распространения **акустических экранов**. Они представляют собой конструкцию, изготовленную из сплошных твердых листов (из металла, фанеры, оргстекла и т. п.) толщиной не менее 1,5...2 мм, с покрытой звукопоглощающим материалом поверхностью.

Как правило, в производственных помещениях могут работать несколько машин с различным уровнем интенсивности шума. Общий (суммарный) уровень шума в этом случае определяется по формуле:

$$L_{\text{общ}} = 10 \lg (10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10}), \quad (10.8)$$

где  $L_1, L_2, \dots, L_n$  – уровни звукового давления или уровни интенсивности, создаваемые каждым источником, дБ.

Расчет общего (суммарного) уровня интенсивности или звукового давления нескольких одинаковых источников шума можно определить по уравнению:

$$L_{\text{общ}} = L_i + 10 \lg n, \quad (10.9)$$

где  $L_i$  – уровень шума  $i$ -го источника, дБ;

$n$  – количество источников шума.

При нормировании шума основным нормативным документом являются Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки [9], а также ГОСТ 12.1.003–83. «Шум. Общие требования безопасности» [10].

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются:

– уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, определяемые по формуле (13.6);

– уровень звука в дБА.

Нормируемыми параметрами непостоянного шума являются:

– эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА;

– максимальный уровень звука для колеблющегося во времени и прерывистого шума в дБА или максимальный уровень звука для импульсного шума в дБА.

Категории норм шума в зависимости от основных видов трудовой деятельности для типичных рабочих мест приведены в приложении 17. Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий в случае широкополосного постоянного и непостоянного (кроме импульсного шума) для различных категорий норм шума представлены в приложении 17.

Для тонального и импульсного шума предельно допустимые уровни должны приниматься на 5 дБ (дБА) меньше значений, указанных в приложении 17.

Для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления, предельно допустимые уровни принимаются на 5 дБ (дБА) меньше фактических уровней шума в помещениях (измеренных или рассчитанных), если последние не превышают значений приложения 17 (поправка для тонального и импульсного шума при этом не учитывается), в противном случае – на 5 дБ (дБА) меньше значений, указанных в приложении 17.

Максимальный уровень звука для колеблющегося и прерывистого шума не должен превышать 110 дБА.

Максимальный уровень звука для импульсного шума не должен превышать 125 дБА.

В отраслевой документации рекомендуется устанавливать предельно допустимые максимальные уровни звука для колеблющегося и прерывистого шума категорий норм I–IV в соответствии с приложением 18.

Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с уровнем звука или уровнем звукового давления в любой октавной полосе свыше 135 дБА (дБ).

Гигиенические нормы установлены для 8-часового рабочего дня. Если же действие шума по времени будет меньше или характер его измениться, то уровень звукового давления должен быть скорректирован в соответствии с поправками приложение 19.

Весьма распространенной причиной интенсивного шума является выброс сжатого воздуха, пара и других газов в атмосферу. Источниками аэродинамических шумов, в основном, являются центробежные и осевые вентиляторы, компрессорные агрегаты и др.

Шум вентиляторов обусловлен аэродинамическими и механическими причинами. Аэродинамический шум возникает в результате вихревого движения воздушного потока при обтекании рабочего колеса и кожуха вентилятора, пульсации скорости и давления в потоке.

Рассчитывать общий уровень аэродинамического шума вентилятора  $L_{АЭР}$ , дБ, можно по уравнению:

$$L_{АЭР} = L_K + 10 \lg Q + 25 \lg H + \Delta L_1, \quad (10.7)$$

где  $L_K$  – величина критерия шумности, зависящая от конструкции и типа вентилятора, дБ;

$Q$  – производительность вентилятора, м<sup>3</sup>/с;

$H$  – полное давление, развиваемое вентилятором, Па;

$\Delta L_1$  – поправка, зависящая от КПД вентилятора, дБ:

при  $\eta = (1 \div 0,9) \eta_{\max}$   $\Delta L_1 = 0$ ;

при  $\eta = (0,8 \div 0,9) \eta_{\max}$   $\Delta L_1 = 2$  дБ;

при  $\eta = (0,5 \div 0,7) \eta_{\max}$   $\Delta L_1 = 4$  дБ.

Величина критерия шумности  $L_K$  для различных типов и серий вентиляторов определяется по приложению 20.

Механический шум в вентиляторе возникает в результате неуравновешенных сил рабочего колеса, динамических процессов в подшипниках и вибрации кожуха и станины.

Общий уровень механического шума вентилятора  $L_{МЕХ}$ , дБ, определяют по уравнению:

$$L_{\text{Мех}} = 35 + 23 \lg n + 43 \lg D_K, \quad (10.8)$$

где  $n$  – частота вращения рабочего колеса вентилятора, об/мин;

$D_K$  – диаметр рабочего колеса, м.

Для тихоходных вентиляторов превалирующий – это механический шум, а для быстроходных, т. е. имеющих большую частоту вращения рабочего колеса, превалирующий – аэродинамический шум.

Снижение механического шума вентилятора возможно при уменьшении частоты вращения и использовании вентилятора с небольшим диаметром рабочего колеса. Для уменьшения корпусного шума и вибрации вентиляторы устанавливают на виброизоляторы, увеличивающие необходимые потери и тем самым уменьшающие механическую энергию колебательного движения, передаваемую от источника. Соединять вентилятор со всасывающими и нагнетающими воздухопроводами следует через эластичные вставки из резиновой ткани или вставки из полимерных материалов. Такое соединение предупреждает распространение механического шума и вибрации по трубам.

### Условия задач для самостоятельного решения

**Задача 1.** В цехе с постоянными рабочими местами установлено  $n$  единиц оборудования. Уровень шума  $n$ -ой единицы оборудования  $L_n$ . Преимущественная частота звука в спектре шума  $f$ . Продолжительность воздействия шума на работающих  $T$ . Определите суммарный уровень шума всего оборудования и сравните его с допустимым уровнем по нормам для указанных условий.

Параметры	Варианты исходных данных					
	1	2	3	4	5	6
$n$	6	12	7	15	6	8
$L_i$ , дБ	91	75	80	98	105	102
$f$ , Гц	500	2000	250	500	1000	2000
$T$ , ч	0,25	4	6	1	7	5

**Задача 2.** Источником шума являются три вентилятора, установленные в вентиляционной камере и работающие с одинаковым режимом (производительность  $Q$ , развиваемое давление  $H$ ). В шуме преобладают звуки частотой  $f$ . Соседнее помещение цеховой лаборатории отделено от вентиляционной камеры глухой кирпичной стеной толщиной 520 мм (в два кирпича).

Определите: общий уровень шума, создаваемого вентиляторами; уровень шума в помещении лаборатории и его соответствие требованиям санитарных норм. Суммарная длительность воздействия шума в помещении лаборатории за смену равна 6 часам.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	1,5	2,5	3,5	3,0	2,5
$H, \text{ Па}$	800	1000	1100	900	800
$f, \text{ Гц}$	125	125	500	250	500

**Задача 3.** Рассчитать акустическую эффективность и требуемую звукоизолирующую способность стального кожуха толщиной  $d$ , мм для машины, создающей уровень звукового давления  $L_p$ , дБ, с размерами  $L \times B \times H$  (м). Кожух плоской формы (параллелепипед) с размерами  $l \times b \times h$  (м). Уровень допустимого звукового давления в расчетной точке на расстоянии 1 м принимаем  $L_{\text{доп}} = 80$  дБ. Плотность стали принять равной  $7900 \text{ кг/м}^3$ .

Параметры	Варианты исходных данных					
	1	2	3	4	5	6
$L_p, \text{ дБ}$	89	107	100	92	90	98
$L \times B \times H, \text{ м}$	$1 \times 1,7 \times 1,3$	$1,2 \times 1 \times 1,2$	$0,7 \times 1,2 \times 2$	$0,9 \times 0,7 \times 0,5$	$1 \times 1,2 \times 0,7$	$0,8 \times 1 \times 0,6$
$l \times b \times h, \text{ м}$	$2 \times 1,2 \times 1,5$	$1,5 \times 1,1 \times 1,5$	$0,9 \times 1,5 \times 2,1$	$1 \times 0,8 \times 0,6$	$1,5 \times 1,7 \times 1$	$1,2 \times 1 \times 0,8$
$d, \text{ мм}$	0,001	0,01	0,005	0,015	0,025	0,02
$f, \text{ Гц}$	800	900	2000	3500	500	1000

### Контрольные вопросы

1. Что такое звукоизоляция?
2. Что относят к средствам звукоизоляции?
3. Какова сущность звукоизолирующего ограждения, звукоизолирующих кожухов, звукоизолирующих кабин?
4. Когда применяются глушители шума?
5. Какие бывают глушители по принципу действия?
6. Какие документы устанавливают допустимые уровни шума на рабочих местах?

Практическая работа № 11

**АКУСТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ  
ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ ОБЛИЦОВОК**

---

**Цель работы** – изучение методики расчета производственных помещений при использовании звукопоглощающих облицовок.

**Общие сведения**

*Звукопоглощающая облицовка* – это звукопоглощающая конструкция, которая применяется для снижения энергии звуковых волн, отраженных от потолков, стен, вентиляционных каналов, шахт лифтов и других внутренних поверхностей.

По структурным признакам звукопоглощающие материалы и изделия подразделяются на пористо-волокнистые (из минеральной и стеклянной ваты), пористо-ячеистые (из ячеистого бетона и перлита), пористо-губчатые (пенопласты, резины).

Обычно конструкции звукопоглощающих облицовок состоят:

- из слоя однородного пористого звукопоглощающего материала;
- из защитного слоя в виде перфорированного тонкого твердого экрана или покрытия.

Облицовка внутренних поверхностей производственных помещений звукопоглощающими материалами обеспечивает значительное снижение шума. Наибольший акустический эффект от звукопоглощения наблюдается в зоне отраженного звука. В точках помещения, где преобладает прямой звук, эффективность звукопоглощения существенно снижается.

Применение звукопоглощающих облицовок целесообразно, когда в расчетных точках в зоне отраженного звука требуется снизить уровень звука не более чем на 10...12 дБ, а в расчетных точках на рабочих местах – на 4...5 дБ.

Звукопоглощающие облицовки размещают на потолке и на верхних частях стен. Максимальное звукопоглощение достигается при облицовке не менее 60 % общей площади ограждающих поверхностей помещения (без учета площади окон). Для расчета звукопоглощения необходимо знать акустические характеристики помещения:  $B$  – постоянную помещения,  $\text{м}^2$ ;  $A$  – эквивалентную площадь звукопоглощения,  $\text{м}^2$ ;  $\alpha$  – средний коэффициент звукопоглощения.

Постоянную акустически необработанного помещения находим по формуле:

$$B = B_{1000} \cdot \mu, \quad (11.1)$$

где  $\mu$  – частотный множитель помещений различных объемов, принимаем по таблице 11.2;

$B_{1000}$  – постоянная помещения,  $\text{м}^2$ , на среднегеометрической частоте 1000 Гц определяемая в зависимости от объема помещений  $V$ . Принимаем по таблице 11.1.

Таблица 11.1

Постоянная в помещении на среднегеометрической частоте 1000 Гц

Помещение	$B_{1000}, \text{м}^2$
С наибольшей численностью людей	$V/20$
С жесткой мебелью и большой численностью людей или с небольшой численностью людей и мягкой мебелью (лаборатории, деревообрабатывающие и ткацкие цеха, кабинеты и т. п.)	$V/10$
С большой численностью людей и мягкой мебелью (залы конструкторских бюро, учебные аудитории, комнаты управления, жилые помещения и т. п.)	$V/6$
Помещения со звукопоглощающей облицовкой потолка и части стен	$V/1,5$

Таблица 11.2

Частотный множитель  $\mu$  помещений различных объемов

Объем помещения, $\text{м}^3$	Значение $\mu$ на средних геометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Менее 200	0,80	0,75	0,70	0,80	1	1,4	1,8	2,5
200...1000	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
Более 1000	0,50	0,50	0,55	0,70	1	1,6	3,0	6,0

По найденной постоянной помещения  $B$  для каждой октавной полосы вычисляем эквивалентную площадь звукопоглощения,  $\text{м}^2$ ,

$$A = \frac{BS}{B + S}, \quad (11.2)$$

где  $S$  – общая площадь ограждающих поверхностей помещения,  $\text{м}^2$ .

Граница зоны отраженного звука определяется предельным радиусом  $r_{\text{пр}}$ , т. е. расстоянием от источника шума, на котором уровень звукового давления отраженного звука равен уровню звукового давления прямого звука, излучаемого данным источником:

$$r_{\text{пр}} = 0,2\sqrt{B_{8000}/n}, \quad (11.3)$$

где  $B_{8000}$  – постоянная помещения на частоте 8000 Гц,

$n$  – количество одинаковых источников шума в помещении.

$$B_{8000} = B_{1000} \cdot \mu_{8000}. \quad (11.4)$$

Максимальное снижение уровня звукового давления, дБ, в каждой октавной полосе при использовании звукопоглощающих покрытий в расчетной точке, расположенной в зоне отраженного звука, находим по формуле:

$$\Delta L = 10 \lg(B'/B), \quad (11.5)$$

где  $B'$  – постоянная помещения после установки в нем звукопоглощающих конструкций,  $\text{м}^2$ .

Постоянную акустически обработанного помещения находим по формуле:

$$B' = \frac{(A_1 + \Delta A)}{(1 - \alpha_1)}, \quad (11.6)$$

где  $A_1$  – эквивалентная площадь звукопоглощения поверхностями без звукопоглощающей облицовки,  $\text{м}^2$ :

$$A_1 = \alpha(S - S_0); \quad (11.7)$$

$\alpha$  – средний коэффициент звукопоглощения в помещении до его акустической обработки:

$$\alpha = \frac{B}{(B + S)}; \quad (11.8)$$

$\Delta A$  – суммарная дополнительная площадь звукопоглощения, м<sup>2</sup>;

$\alpha_1$  – средний коэффициент звукопоглощения акустически обработанного помещения:

$$\alpha_1 = \frac{(A_1 + \Delta A)}{S}. \quad (11.9)$$

Суммарную дополнительную площадь звукопоглощения, м<sup>2</sup>, от конструкций звукопоглощающей облицовки или штучных звукопоглотителей находим по формуле:

$$\Delta A = \alpha_o \cdot S_o = \alpha_o \cdot A_{шт} \cdot n, \quad (11.10)$$

где  $\alpha_o$  – коэффициент звукопоглощения конструкции облицовки (табл. 11.3);

$S_o$  – площадь облицовочных поверхностей, м<sup>2</sup>;

$A_{шт}$  – площадь звукопоглощения одного штучного звукопоглотителя, м<sup>2</sup>;

$n$  – число штучных поглотителей.

Таблица 11.3

Коэффициенты  $\alpha_o$  звукопоглощения материалов

Материалы, конструкции	Значение $\alpha_o$ при средних геометрических частотах, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Слой ваты толщиной 100 мм	0,21	0,43	0,53	0,59	0,69	0,7	-	-
Кирпичная стена	0,022	0,024	0,025	0,031	0,042	0,049	0,07	-
Поролон	0,15	0,2	0,22	0,3	0,75	0,77	0,71	0,6
Бетон	0,1	0,011	0,012	0,016	0,019	0,023	0,035	-
Минеральный войлок толщиной 40 мм	0,09	0,15	0,36	0,6	0,78	0,88	-	-
Войлок толщиной 12,5	0,02	0,05	0,08	0,17	0,48	0,52	0,51	-

### Условия задач для самостоятельного решения

**Задача 1.** Определить снижение шума при установке звукопоглощающей облицовки в помещении испытательного блока высотой  $h$ , м, шириной  $b$ , м, и длиной  $l$ , м. Объем помещения  $V$ , м<sup>3</sup>, а суммарная площадь внутренних ограничивающих поверхностей помещения  $S$ , м<sup>2</sup>. Для снижения шума преду-

смаатриваем звукопоглощающую облицовку потолка и части стен бокса, начиная с высоты 2 м. Площадь облицовки  $S_{\text{обл}}$ , м<sup>2</sup>. Определить снижение шума в октавной полосе согласно вариантам задания. Спектр шума в испытательном блоке показать на рисунке. Сделать выводы по результатам расчета.

Параметры	Варианты исходных данных					
	1	2	3	4	5	6
Высота $h$	3,2	3,0	2,8	2,6	3,8	4,0
Ширина $b$	13	15	10	12	15	16
Длина $l$	15	17	13	14	18	20
Объем помещения $V$	624	720	604	590	660	700
Суммарная площадь внутренних ограничивающих поверхностей помещения $S$	569,2	670	545,4	530,6	600,2	622,8
Площадь облицовки $S_{\text{обл}}$	262,2	315,4	230,2	240,4	330,4	340
Конструкция облицовки	Поролон	Минеральный войлок толщиной 40 мм	Слой ваты толщиной 100 мм	Кирпичная стена	Бетон	Войлок толщиной 12,5
Октавная полоса	63	125	250	500	1000	2000

**Задача 2.** В размещенной на втором этаже во внутренней части здания (т. е. без окон) лаборатории высотой  $h$ , шириной  $b$  и длиной  $l$  установлено шумное оборудование, при работе которого в октавных полосах создаются следующие уровни звукового давления:  $L_{63}$ ;  $L_{125}$ ;  $L_{250}$ ;  $L_{500}$ ;  $L_{1000}$ ;  $L_{2000}$ ;  $L_{4000}$ ;  $L_{8000}$ . Определить эффективность применения в помещении звукопоглощающих облицовок и сравнить с предельно допустимыми (приложение 17).

Параметры	Варианты исходных данных					
	1	2	3	4	5	6
Высота $h$ , м	12	10	16	15	14	11
Ширина $b$ , м	6	8	6	7	5	9
Длина $l$ , м	3	2	4	2	4	5
Звуковое давление $L_{63}$ , дБ	74	72	80	78	70	76
Звуковое давление $L_{125}$ , дБ	78	76	84	82	74	80
Звуковое давление $L_{250}$ , дБ	81	79	87	85	77	83
Звуковое давление $L_{500}$ , дБ	75	73	81	79	71	77
Звуковое давление $L_{1000}$ , дБ	72	69	78	77	68	74
Звуковое давление $L_{2000}$ , дБ	69	67	75	74	65	71
Звуковое давление $L_{4000}$ , дБ	67	65	73	72	63	69
Звуковое давление $L_{8000}$ , дБ	63	61	69	68	59	65
Число одинаковых источников шума $n$	4	3	5	4	2	3
Площадь облицованных поверхностей $S_o$	180	160	220	190	200	210
Конструкция облицовки	Слой ваты толщиной 100 мм	Войлок толщиной 12,5 мм	Кирпичная стена	Поролон	Минеральный войлок толщиной 40 мм	Бетон

### Контрольные вопросы

1. Что такое звукопоглощающая облицовка?
2. Для чего предназначены звукопоглощающие облицовки?
3. Как подразделяются звукопоглощающие материалы по структурным признакам?
4. Из чего состоят конструкции звукопоглощающих облицовок?
5. Где целесообразно применять звукопоглощающие облицовки?
6. Где размещают звукопоглощающие облицовки?

Репозиторий БГАТУ

## Практическая работа № 12

### РАСЧЕТ ПРУЖИННЫХ И РЕЗИНОВЫХ ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ

---

**Цель работы** – освоение методики расчета пружинных и резиновых виброизоляторов.

#### Общие сведения

**Виброизоляция** – метод вибрационной защиты посредством устройств, помещенных между источником возбуждения и защищаемым объектом. Этот метод наиболее распространен и заключается в ослаблении связи между источником вибрации и объектом виброзащиты путем размещения между ними виброизолирующего устройства (виброизолятора). Это могут быть пружины, рессоры, резиновый, резино-металлический или пневматический элементы с упругостью на несколько порядков меньше упругости вибрирующей системы. Располагают изоляторы в плане симметрично относительно центра тяжести агрегата.

Виброизолирующие материалы должны отвечать трем основным требованиям: обладать малым динамическим модулем упругости, механической прочностью и долговечностью. Кроме того, виброизоляторы должны обладать достаточным внутренним трением, а также стойкостью к воздействию давления, температуры, влажности и воздействию агрессивных сред.

К основным характеристикам колебательной системы относится частота возмущающей силы  $\omega$ , рад/с, частота собственных колебаний  $\omega_0$ .

Собственная частота системы на виброизоляторах, Гц:

$$\omega_0 = \sqrt{q/m} \text{ или } f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{q/m}, \quad (12.1)$$

где  $m$  – масса механизма, подлежащего виброизоляции, кг  $\left(m = \frac{P}{g}\right)$ ;

$q$  – жесткость пружины, Н/м.

Показателем эффективности виброизоляции является коэффициент передачи КП, который показывает, какая доля динамической возмущающей силы передается через виброизоляцию:

$$\text{КП} = F_{\text{п}}/F_{\text{в}}, \quad (12.2)$$

где  $F_{\text{п}}$  – амплитуда передаваемой динамической силы;

$F_{\text{в}}$  – амплитуда возмущающей силы.

Если пренебречь затуханием в виброизоляторах, коэффициент передачи можно рассчитать по формуле:

$$\text{КП} = 1/\left(\frac{f}{f_0}\right)^2 - 1, \quad (12.3)$$

где  $f$  и  $f_0$  – соответственно частота вынуждающих и собственных колебаний системы.

Чем меньше коэффициент передачи КП, тем лучше виброизоляция. Установлено, что хорошая виброизоляция достигается при  $\text{КП} = \frac{1}{8} \dots \frac{1}{15}$ .

Из формулы (12.3) видно, что чем ниже собственная частота по сравнению с возбуждающей, тем выше эффективность виброизоляции.

Формула (12.3) дает возможность сделать следующие выводы:

1) при  $f \ll f_0$  возмущающая сила действует как статическая и полностью передается основанию;

2) при  $f = f_0$  наступает резонанс, сопровождающийся резким возрастанием уровня вибрации;

3) при  $f \gg \sqrt{2}f_0$  режим резонанса не реализуется, величина КП становится меньше единицы и при дальнейшем уменьшении  $f_0$  система оказывает возмущающей силе все большее инерционное сопротивление. Вследствие этого передача вибраций через виброизоляцию уменьшается.

Существует оптимальное соотношение между вынужденной и собственной частотой системы  $\frac{f}{f_0} = 3 \dots 4$ , что соответствует оптимуму

$$\text{КП} = \frac{1}{8} \dots \frac{1}{15}.$$

Эффективность виброизоляции на частоте возбуждающей силы определяется по формуле:

$$\Delta L = 40 \lg \frac{f}{f_0}. \quad (12.4)$$

При установке машины на виброизоляторы без предварительного расчета возможно возрастание вибрации и шума в результате резонанса. Поэтому установке виброизоляторов любого типа должен предшествовать расчет, который сводится к определению жесткости пружин, а также к определению необходимого их числа и размеров.

## 1. Пружинные виброизоляторы

Пружинные амортизаторы целесообразно использовать для виброизоляции при сравнительно низкой частоте (менее 33 Гц) и значительной амплитуде колебаний системы, а также при наличии высоких температур, масел, паров щелочей и кислот. В качестве пружинных амортизаторов чаще всего применяются стальные витые пружины, изготовливаемые из прутка круглого сечения.

### Последовательность расчета пружинных виброизоляторов

Для расчета пружины, предназначенной для виброизоляции, необходимы следующие исходные данные:

- статическая нагрузка  $P_{ст1}$ , приходящаяся на один амортизатор, Н;
- число оборотов двигателя (ротора) машины  $n_{дв}$ , об/мин;
- допускаемое напряжение на кручение материала пружины  $[\tau]$ , Н/м<sup>2</sup> (табл. 12.1);
- модуль упругости на сдвиг  $G$ , Н/м<sup>2</sup> (табл. 12.1).

Определяется расчетная нагрузка  $P_1$  на одну пружину, Н:

$$P_1 = P_{ст1} + 1,5 \cdot P_{дин1}, \quad (12.5)$$

где  $P_{ст1}$  – статическая нагрузка, приходящаяся на одну пружину.

$$P_{ст1} = \frac{P}{n}, \quad (12.6)$$

где  $P$  – вес машины, Н;

$n$  – число пружин.

Допускаемые напряжения для пружинных сталей

Сталь		Модуль сдвига, Н/м <sup>2</sup> ·10 <sup>10</sup>	Допускаемые напряжения		Назначение
Группа	Марка		Режим работы	Н/м <sup>2</sup> ·10 <sup>8</sup>	
Углеродистая	70	7,83	Легкий	4,11	Для пружин с относительно низкими напряжениями при диаметре проволоки менее 8 мм
			Средний	3,73	
			Тяжелый	2,47	
Хромованадиевая закаленная в масле	50ХФА	7,7	Легкий	5,49	Для пружин, воспринимающих динамическую нагрузку, при диаметре прутка не менее 12,5 мм
			Средний	4,90	
			Тяжелый	3,92	
Кремнистая	55 С 2 60 С 2 60 С 2 А 63 С 2 А	7,45	Легкий	5,49	Для пружин, воспринимающих динамическую нагрузку, при диаметре прутка более 10 мм, а также для рессор
			Средний	4,41	

Определяется динамическая нагрузка, приходящаяся на одну пружину  $P_{\text{дин1}}$ , Н:

$$P_{\text{дин1}} = \xi_z \cdot k_{z1}, \quad (12.7)$$

где  $\xi_z$  – амплитуда вертикальных колебаний объекта на рабочей частоте, м;  
 $k_{z1}$  – жесткость одного амортизатора в вертикальном направлении, Н/м.

$$\xi_z = \frac{P}{(P/g) \cdot \omega^2 - k_z}, \quad (12.8)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения, Н/м;

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$  – угловая частота колебаний системы, рад/с;

$f$  – частота возмущающей силы, Гц:  $f = n_{\text{дв}}/60$ ;

$k_z$  – общая жесткость всех амортизаторов в вертикальном направлении.

$$k_z = m \cdot (2 \cdot \pi \cdot f_{0z})^2, \quad (12.9)$$

где  $m$  – масса механизма, подлежащего виброизоляции (включая массу основания), кг;

$f_{0z}$  – частота собственных колебаний системы, Гц.

$$f_{0z} = \frac{f}{\Psi_z} = \frac{f}{(3 \div 4)}, \quad (12.10)$$

где  $f$  – частота возмущающей силы, Гц;

$\Psi_z$  – коэффициент отношения частоты возмущающей силы к частоте собственных колебаний (рекомендуется  $\Psi_z = 3 \div 4$ ).

$$k_{z1} = \frac{k_z}{n} = \frac{m}{n} \cdot (2 \cdot \pi \cdot f_{0z})^2. \quad (12.11)$$

Множитель 1,5, на который умножается  $P_{\text{дин}}$  (12.5), обеспечивает требуемый запас усталостной прочности пружины.

Определяется диаметр стального прутка пружины:

$$d = 1,6 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot P_1 \cdot \varepsilon}{[\tau]}}, \quad (12.12)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий добавочное напряжение среза (рис. 12.1), возникающее в точках сечения прутка, расположенных ближе всего к оси пружины;

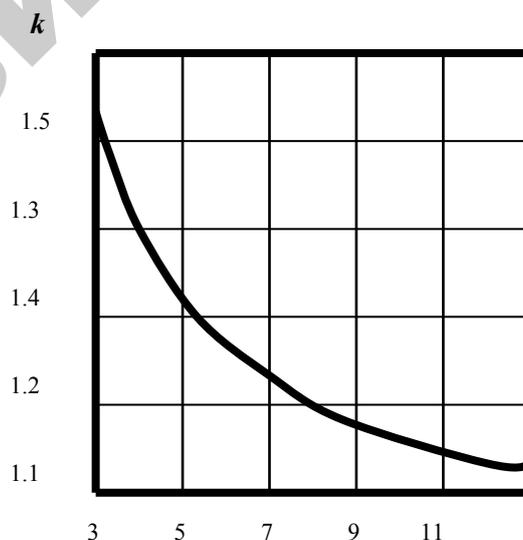


Рис. 12.1. График для определения коэффициента  $K = f(\varepsilon)$

$\varepsilon$  – индекс пружины.

$$\varepsilon = \frac{D}{d} \cong 4 \div 10, \quad (12.13)$$

где  $D$  – средний диаметр пружины, м;

$d$  – диаметр проволоки, м;

$[\tau]$  – допускаемое напряжение сдвига при кручении, Н/м<sup>2</sup> (табл. 12.1).

Определяется число рабочих витков пружины:

$$i_1 = \frac{G \cdot d}{8 \cdot k_{z1} \cdot \varepsilon^3}, \quad (12.14)$$

где  $G$  – модуль сдвига материала пружины, Н/м<sup>2</sup> (табл. 12.1).

Общее количество витков пружины:

$$i = i_1 + i_2, \quad (12.15)$$

где  $i_2$  – число нерабочих витков пружины (при  $i_1 > 7 \rightarrow i_2 = 2,5$ , при  $i_1 < 7 \rightarrow i_2 = 1,5$ ).

Высота ненагруженной пружины:

$$H_0 \leq 2 \cdot D. \quad (12.16)$$

Эффективность виброизоляции:

$$\Delta h = 40 \cdot \lg \frac{f}{f_{0z}}. \quad (12.17)$$

### Выбор готовой пружины, выпускаемой промышленностью

Проверочный расчет выбранной пружины осуществляется по следующей схеме:

1) определяется максимально допустимая статическая нагрузка:

$$[P_{ст}] = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot [\tau]}{8 \cdot k \cdot D} - 1,5 \cdot P_{дин}; \quad (12.18)$$

2) определяется жесткость пружины в вертикальном направлении:

$$k_{z1} = \frac{G \cdot d}{8 \cdot \varepsilon^3 \cdot i}; \quad (12.19)$$

3) находится число пружин из условия:

$$\frac{Q}{[P_{ст}]} \leq n \leq \frac{k_z}{k_{z1}}, \quad (12.20)$$

где  $Q$  – вес машины, Н;

$k_z$  – жесткость всех амортизаторов.

Установка машин на пружинные амортизаторы более эффективна, чем на резиновые, так как обеспечивает более низкие собственные частоты колебаний вибрирующего механизма.

Следует располагать центр жесткости виброизоляторов на одной вертикали с центром тяжести массы машины, установленной на специальное основание.

## 2. Резиновые виброизоляторы

Недостатком резиновых амортизаторов является их недолговечность, так как они со временем становятся жестче и через 5...7 лет их необходимо заменять. Кроме того, с их помощью нельзя получить очень низкие собственные частоты колебаний системы, которые необходимы для тихоходных агрегатов, из-за неизбежной в этом случае перегрузки прокладок, значительно сокращающих срок их службы.

### Последовательность расчета резиновых виброизоляторов

Выбирается резина с динамическим модулем упругости  $E_{дин}$  (табл. 12.2).

Исходя из конструктивных особенностей машины, задаются числом амортизаторов  $n$ .

Находится поперечный размер  $A$  виброизолятора квадратного сечения:

$$A = \sqrt{\frac{Q}{n \cdot [\sigma]_{сж}}}, \quad (12.21)$$

где  $Q$  – вес машины, Н;

$[\sigma]_{сж}$  – расчетное напряжение сжатия в резине, Н/м<sup>2</sup> (табл. 12.2).

Полная высота резинового амортизатора определяется из условия:

$$H \geq \frac{A}{4}. \quad (12.22)$$

Следует помнить, что широкие амортизаторы с малой высотой  $H$  нежелательны, так как они имеют чрезмерную жесткость. Поэтому часто подстилаемые под вибрирующие механизмы резиновые коврики практически неэффективны. Если же по конструктивным соображениям все же придется выбирать широкие листы амортизаторов, последние необходимо делать перфорированными или рифлеными.

Определяется рабочая высота амортизатора:

$$H_1 = H - \frac{A}{8}. \quad (12.23)$$

Рассчитывается жесткость одного резинового амортизатора в вертикальном направлении:

$$k_{z1} = \frac{E_{\text{дин}} \cdot S_1}{H_1}, \quad (12.24)$$

где  $E_{\text{дин}}$  – динамический модуль сдвига, Н/м<sup>2</sup>;

$S_1$  – площадь поперечного сечения одного виброизолятора, м<sup>2</sup>.

Определяется частота собственных вертикальных колебаний виброизолируемой машины, Гц:

$$f_{0z} = \frac{1}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot \beta^2 \cdot g^2 \cdot E_{\text{дин}}^2 \cdot n^2}{(8 - \beta)^2 \cdot Q \cdot [\sigma]_{\text{сж}}}}, \quad (12.25)$$

где  $\beta = \frac{A}{H}$  – отношение поперечного сечения амортизатора к полной ее высоте;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Полученную величину  $f_{0z}$  сравнивают с ее требуемым значением:

$$f_{0z} = \frac{f_{\text{в}}}{\Psi_z}, \quad (12.26)$$

где  $f_{\text{в}}$  – частота возмущающей силы, Гц;

$\Psi_z$  – коэффициент отношения частоты возмущающей силы к частоте собственных колебаний (рекомендуемая величина  $\Psi_z \geq 3$ ).

Если эти значения не сходятся, то в расчет резиновых амортизаторов вносят соответствующие изменения:

- выбирают тип резины с меньшим динамическим модулем упругости;
- в допустимых пределах увеличивают статическое напряжение в резине;
- увеличивают вес машины присоединением к ней бетонного основания;
- переходят на другие виды амортизаторов, например, стальные или комбинированные.

Данная методика применима не только к резиновым, но и другим упругим материалам, у которых так же, как и у резины, коэффициент Пуассона близок к 0,5. Для материалов, у которых  $\mu < 0,5$ , в расчете необходимо принимать вместо рабочей высоты  $H_1$  полную высоту амортизатора  $H$ .

Определяется граничная частота:

$$f_{гр} = 1,41 \cdot f_{0z}. \quad (12.27)$$

На резонансной частоте понижается виброизолирующая способность амортизаторов. Чем выше частота по сравнению с  $f_{гр}$ , тем эффективнее влияние прокладок.

Определяется эффективность прокладок или снижение уровня вибрации.

На частотах выше граничной эффективность  $\Delta L$  определяется:

$$\Delta L = 40 \cdot \lg \frac{f_n}{f_{гр}}, \quad (12.28)$$

где  $f_n$  – текущая частота, Гц.

Таблица 12.2

Характеристики виброизолирующих материалов

Марка резины	Динамический модуль упругости $E \cdot 10^5$ , Н/м <sup>2</sup>	Допустимое напряжение на сжатие $[\sigma]_{сж} \cdot 10^5$ , Н/м <sup>2</sup>
56	36	4,2
112А	43	1,71
93	59,5	2,4
КР-107	41	2,94
ИРП-1347	39,3	4,4
2566	24,5	0,98

### Условия задач для самостоятельного решения

**Задача 1.** Рассчитать параметры пружинных амортизаторов для виброизоляции шлифовального станка весом  $P$ , если этот станок установлен на массивном фундаменте и в результате замеров известно, что на частоте  $f$  обеспечивается снижение уровня виброскорости  $\Delta L$ .

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$P$ , Н	1500	600	1000	1300	1400
$f$ , Гц	8	16	16	4	12
$\Delta L$ , дБ	5	8	12	6	7

**Задача 2.** Машина весом  $P$  с ротором, который имеет скорость вращения  $n$  оборотов в минуту, устанавливается через резиновые амортизаторы на массивном фундаменте. Принять амортизаторы кубической формы с размером  $a$ , м. Определить количество амортизаторов, их рабочую высоту, коэффициент жесткости виброизоляторов и эффективность виброизоляции на частоте возбуждающей силы.

Параметры	Варианты исходных данных				
	1	2	3	4	5
$P$ , Н	10000	8000	9000	8500	9500
$n$ , об/мин	1000	1500	1000	1400	2000
$a$ , м	0,05	0,06	0,07	0,05	0,06
Марка резины	112А	КР-107	112А	КР-107	93

### Контрольные вопросы

1. Какими основным параметрами характеризуются колебательные системы?
2. Что является показателем эффективности виброизоляции?
3. Назовите основные виды виброизолирующих конструкций?
4. Что является недостатком резиновых виброизоляторов?
5. К чему сводится расчет пружинных виброизоляторов?

## Практическая работа № 13

### САНИТАРНО-БЫТОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТНИКОВ

---

**Цель работы** – научиться определять потребность в санитарно-бытовом оборудовании и площади помещений для их размещения

#### Общие сведения

В соответствии с СНБ 3.02.03-03 «Административные и бытовые здания» административные и бытовые помещения следует размещать в отдельно стоящих зданиях или пристройках к производственным зданиям, а также во встройках и вставках производственных зданий I–V степеней огнестойкости категорий В1–В4, Г1, Г2 и Д по взрывопожарной и пожарной опасности [12].

В составе санитарно-бытовых помещений могут быть предусмотрены гардеробные, душевые, преддушевые, умывальные, уборные, курительные, помещения для обогрева или охлаждения, помещения обработки, хранения и выдачи спецодежды, а также в соответствии с ведомственными нормативными документами другие дополнительные помещения санитарно-бытового назначения.

Помещения для мастеров и другого персонала, помещения для отдыха, обогрева или охлаждения, помещения курительных, уборных, умывальных, ручных ванн, полудушей, устройств питьевого водоснабжения и личной гигиены женщин, которые по условиям производства требуется располагать вблизи рабочих мест, допускается устраивать непосредственно в производственных зданиях, размещая их рассредоточенно.

Сообщение между отдельно стоящими бытовыми зданиями и отапливаемыми производственными зданиями следует предусматривать по отапливаемым переходам.

Отапливаемые переходы допускается не предусматривать в производственных зданиях с численностью работающих не более 30 чел. в смену. При

этом в производственных зданиях следует устраивать помещения для хранения теплой верхней одежды. Кроме того, отопливаемые переходы допускается не предусматривать в производственных зданиях с группой производственных процессов 2г.

При проектировании зданий и помещений наряду с требованиями СНБ 3.02.03-03 «Административные и бытовые здания» следует также учитывать требования по обеспечению эвакуации людей из зданий и помещений при пожаре в соответствии с СНБ 2.02.03-03 и требования других нормативно-технических документов, утвержденных в установленном порядке [13].

В соответствии с СНБ 3.02.03-03 в бытовых зданиях предприятий следует размещать помещения для обслуживания работающих: санитарно-бытовые, здравоохранения и общественного питания. Для расчета площади, оборудования и устройств бытовых помещений в технологической части проекта должны быть установлены следующие численности работающих: списочная, в наиболее многочисленной смене, а также в наиболее многочисленной части смены при разнице в начале и окончании смены 1 ч и более. В численности работающих должно быть учтено количество практикантов, проходящих производственное обучение.

Наиболее многочисленную смену для мобильных зданий допускается принимать равной 70 % списочной, в том числе 30 % женщин.

Минимальные геометрические параметры, расстояния между осями санитарных приборов и ширину проходов между рядами оборудования и стеной или перегородкой следует принимать по приложению 21.

Состав и нормативы санитарно-бытовых помещений (тип гардеробных, оборудование, состав специальных бытовых помещений) должны проектироваться в зависимости от групп производственных процессов согласно приложению 22.

Перечень профессий с отнесением их к группам производственных процессов утверждается министерствами и ведомствами по согласованию с Министерством здравоохранения Республики Беларусь и руководящими органами отраслевых профсоюзов.

**Гардеробные** предназначаются для хранения уличной, домашней и спецодежды. При производственных процессах групп 1а, 1б, 2а, 2б и 3а гардеробные должны быть общими для всех видов одежды.

При производственных процессах групп 1в, 2в, 2г и 3б должны предусматриваться отдельные гардеробные для спецодежды для каждой из указанных групп.

Для всех групп производственных процессов при списочной численности работающих на предприятии до 50 чел. допускается предусматривать общие гардеробные для всех видов одежды.

В гардеробных количество отделений в шкафах или крючков вешалок для домашней и спецодежды следует принимать равным списочной численности работающих, для уличной одежды – численности работающих в двух наиболее многочисленных смежных сменах.

При общих гардеробных или гардеробных уличной и домашней одежды следует предусматривать кладовые для хранения чистой и загрязненной спецодежды, помещения для дежурного персонала с местом для уборочного инвентаря, места для чистки обуви, глажения одежды, бритья, сушки волос и маникюра, а также уборные на одну-две напольные чаши (унитазы), если на расстоянии до 30 м от выхода из гардеробной не предусмотрены уборные общего пользования.

Кладовые спецодежды для групп производственных процессов 1 и 2а при численности работающих в наиболее многочисленной смене до 20 чел. допускается не предусматривать.

**Душевые** должны размещаться смежно с гардеробными. При душевых с количеством душевых сеток более четырех следует предусматривать преддушевые, предназначенные для вытирания тела, а при душевых в общих гардеробных – и для переодевания.

Число душевых сеток, кранов умывальных и специальных бытовых устройств, предусмотренных приложением 22, следует принимать по численности работающих в наиболее многочисленной смене или в наиболее многочисленной части смены при разнице в начале и окончании смены 1 ч и более.

Душевые должны быть оборудованы открытыми душевыми кабинами, ограждаемыми с трех сторон, а при производственных процессах групп 1в и 3б – открытыми душевыми кабинами со сквозными проходами, ограждаемыми с двух противоположных сторон. До 20 % общего количества душевых кабин допускается предусматривать закрытыми с входами из гардеробных или преддушевых.

В душевой должно быть не более 30 душевых сеток.

**Умывальные** должны размещаться смежно с общими гардеробными или гардеробными спецодежды. Допускается установка умывальников непосредственно в указанных гардеробных на предусматриваемых для этой цели площадях.

До 40 % расчетного количества умывальников допускается размещать вблизи рабочих мест в производственных помещениях, в том числе в тамбурах при уборных.

**Уборные** в многоэтажных административных, бытовых и производственных зданиях должны быть на каждом этаже.

При численности работающих на двух смежных этажах не более 30 чел. допускается предусматривать уборные только на этаже с наибольшей численностью работающих.

При численности работающих на трех смежных этажах не более 10 чел. допускается предусматривать уборную на одном из этажей.

При численности работающих в наиболее многочисленной смене не более 15 чел. допускается предусматривать общую уборную для мужчин и женщин.

В мужских уборных следует применять, как правило, индивидуальные писсуары, количество которых должно быть равно количеству напольных чаш (унитазов), а при нечетном общем количестве санитарных приборов – на один больше. В соответствии с ведомственными нормами допускается предусматривать лотковые писсуары.

При количестве мужчин не более 15 чел. писсуар в уборной предусматривать не требуется.

Общее количество санитарных приборов (напольных чаш (унитазов) и писсуаров) в одной уборной должно быть не более 16.

Вход в уборную следует устраивать через тамбур с самозакрывающейся дверью.

**Курительные** следует предусматривать в случаях, когда по условиям пожарной безопасности или специфики производства курение в производственных помещениях или на площадке предприятия не допускается, а также при объеме производственного помещения менее 50 м<sup>3</sup> на одного работающего. Курительные следует размещать смежно с помещениями для отдыха в рабочее время или с уборными.

Расстояние до уборных, курительных, помещений для обогрева или охлаждения, полудушей, устройств питьевого водоснабжения от рабочих мест в производственных зданиях должно быть не более 75 м, а от рабочих мест на площадке предприятия – не более 150 м.

Нормы площади помещений на 1 чел., единицу оборудования, а также расчетное число работающих, обслуживаемых в наиболее многочисленную

смену, на единицу оборудования в санитарно-бытовых помещениях следует принимать по приложению 23.

### Порядок расчета бытовых помещений

1. Определить среднесписочное число работающих, в том числе мужчин и женщин.
2. Установить максимальное количество работающих в смену, в том числе мужчин и женщин.
3. Определить необходимость и процент увеличения численности гардеробных шкафов с учетом числа практикантов и обучающихся.
4. Установить группу производственных процессов.
5. В соответствии с группой производственного процесса по СНБ 3.02.03-03 определить потребность в санитарно-бытовом оборудовании и площади для их размещения.
6. Данные расчетов по мужскому и женскому отделениям свести в таблицу 13.1.

Таблица 13.1

Состав и площадь бытовых помещений

Наименование бытового помещения	Норма по СНБ 3.02.03-03	Потребность в оборудовании	Площадь, м <sup>2</sup>
Мужское отделение			
1. Гардеробные			
2. Душевые			
3. Умывальные			
4. Санузлы			

### Условия задач для самостоятельного решения

**Задача 1.** Определить потребность в санитарно-бытовом оборудовании и площади для их размещения для работающих сварочного цеха, если число работающих в наибольшую смену –  $n_{\text{макс}}$ .

Параметры	Варианты исходных данных					
	1	2	3	4	5	6
$n_{\text{макс}}$ , чел.	90	70	80	85	65	50

**Задача 2.** Определить потребность в санитарно-бытовом оборудовании и площади для их размещения для работающих ремонтной мастерской, если известно, что среднесписочное количество работающих составляет  $n_{\text{ср}}$ , число работающих в наибольшую смену – 60 %, из них женщины –  $P$ , %.

Параметры	Варианты исходных данных					
	1	2	3	4	5	6
$n_{\text{ср}}$ , чел.	80	70	85	75	60	40
$P$ , %	20	10	15	20	10	5

### Контрольные вопросы

1. Какие помещения относят к санитарно-бытовым?
2. Для какой численности работающих рассчитываются площади, оборудование и устройство бытовых помещений?
3. Исходя из чего следует принимать число душевых сеток, кранов умывальных и специальных бытовых устройств?
4. Для каких групп производственных процессов должны предусматриваться отдельные гардеробные для спецодежды?
5. Какое максимальное количество душевых сеток может быть предусмотрено в душевой?

## Практическая работа № 14

# ПОРЯДОК ОБЕСПЕЧЕНИЯ И РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

---

**Цель работы** – изучить порядок выдачи, хранения, учета и пользования средствами индивидуальной защиты, научиться определять потребность средств индивидуальной защиты для работников сельского хозяйства.

### Общие сведения

**Средства индивидуальной и коллективной защиты** – технические средства, предназначенные для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения и при работе в неблагоприятных температурных условиях.

**Средства индивидуальной защиты** – средства защиты, надеваемые на тело человека или его части и (или) используемые им.

Средства индивидуальной защиты в зависимости от назначения подразделяются на классы:

- костюмы изолирующие;
- средства защиты органов дыхания;
- специальная одежда;
- средства защиты ног (далее – специальная обувь);
- средства защиты рук;
- средства защиты головы;
- средства защиты лица;
- средства защиты глаз;
- средства защиты органов слуха;
- средства защиты от падения с высоты и другие предохранительные средства;
- средства защиты комплексные.

Порядок обеспечения средствами индивидуальной защиты работников определяет *Инструкция о порядке обеспечения работников средствами индивидуальной защиты*, утвержденная Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30.12.2008 г. № 209 [14]. Требования Инструкции распространяются на всех работников и нанимателей независимо от их организационно-правовых форм и видов экономической деятельности.

На работах с вредными и опасными условиями труда, а также на работах, связанных с загрязнением или осуществляемых в неблагоприятных температурных условиях, наниматель обязан обеспечить выдачу бесплатно работникам средств индивидуальной защиты по установленным нормам.

Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты предусматривают обеспечение работников средствами индивидуальной защиты конкретной отрасли экономики (для сельскохозяйственных предприятий – *Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам, занятым в сельском хозяйстве, рыболовстве, рыбоводстве*, утвержденные Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 1 июля 2010 г. № 89) [15]. При этом наименования профессий и должностей работников должны соответствовать Общегосударственному классификатору Республики Беларусь ОКРБ 006-2009 «Профессии рабочих и должности служащих».

Работникам, профессии и должности которых не предусмотрены соответствующими типовыми отраслевыми нормами, средства индивидуальной защиты выдаются в соответствии с *Типовыми нормами бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам общих профессий и должностей для всех отраслей экономики*, утвержденными Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 22 сентября 2006 г. № 110 [16].

По согласованию с профсоюзом наниматель имеет право выдавать работникам вместо средства индивидуальной защиты, предусмотренного типовыми нормами, средство индивидуальной защиты того же вида, но с равноценными или более высокими защитными свойствами и гигиеническими характеристиками.

С разрешения территориального органа государственного санитарного надзора и государственного инспектора труда и по согласованию с профсоюзом наниматель имеет право выдавать работникам средство индивидуальной защиты другого вида с равноценными или более высокими защитными свойствами. Например, комбинезон хлопчатобумажный может быть заменен костюмом хлопчатобумажным или халатом и наоборот.

Во всех случаях замены средств индивидуальной защиты должны учитываться специфика производства, характер и условия труда работников. *Повышение уровня профессионального риска работников в результате замены средств индивидуальной защиты не допускается.*

Затраты на обеспечение работников по типовым нормам средствами индивидуальной защиты включаются в себестоимость продукции (работ, услуг). Кроме того, наниматель имеет право за счет собственных средств предусматривать по коллективному договору, трудовому договору выдачу работникам средств индивидуальной защиты сверх установленных норм.

Не включенные в типовые нормы средства индивидуальной защиты выдаются работникам для обеспечения их безопасности в зависимости от воздействующих вредных и (или) опасных производственных факторов на основании аттестации рабочих мест по условиям труда или требований нормативных правовых актов по охране труда, в том числе ТНПА и других нормативных документов (правил, стандартов, технических регламентов, технических кодексов установившейся практики, строительных норм, санитарных правил и норм, типовых инструкций по охране труда и других нормативных документов), со сроком носки до износа.

Применяемые средства индивидуальной защиты, в том числе иностранного производства, должны соответствовать требованиям, установленным законодательством Республики Беларусь для данных средств индивидуальной защиты.

При заключении трудового договора наниматель обязан ознакомить работников с порядком обеспечения и нормами выдачи средств индивидуальной защиты.

Наниматели, их объединения на основе типовых норм имеют право формировать по согласованию с Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь корпоративные нормы бесплатного обеспечения работников организации (объединения организаций) средствами индивидуальной защиты, в которых конкретизируются требования к показателям защитных свойств и гигиеническим характеристикам средств индивидуальной защиты.

### **Порядок выдачи и хранения средств индивидуальной защиты**

Выдаваемые работникам средства индивидуальной защиты должны быть исправны, соответствовать характеру и условиям работы, обеспечивать безопасные условия труда.

Приемка от поставщиков каждой партии средств индивидуальной защиты должна производиться с проверкой документов, подтверждающих их качество и соответствие требованиям технических нормативных правовых

актов в области технического нормирования и стандартизации, проверкой соответствия заявленному ассортименту по назначению, защитным свойствам, моделям, другим качественным показателям. Поступающие средства индивидуальной защиты могут подвергаться выборочному контролю на соответствие требованиям технических нормативных правовых актов. При несоответствии указанным требованиям средства индивидуальной защиты подлежат возврату с предъявлением в установленном порядке соответствующих претензий. Для контроля качества приобретаемых средств индивидуальной защиты, организации их хранения и ухода за ними наниматель может создать комиссию по контролю качества средств индивидуальной защиты.

Средства индивидуальной защиты являются собственностью нанимателя (помимо арендуемых им средств индивидуальной защиты) и подлежат возврату по окончании носки, увольнении работника до окончания сроков носки, переводе у того же нанимателя на другую работу, для которой выданные средства индивидуальной защиты не предусмотрены типовыми нормами.

Сроки носки средств индивидуальной защиты установлены календарные и исчисляются со дня фактической выдачи работникам, а для специальной одежды и специальной обуви от пониженных температур в указанные сроки включается время ее хранения в теплый период года. Сроки носки средств индивидуальной защиты, выдаваемых в качестве дежурных, в каждом конкретном случае в зависимости от характера и условий труда устанавливаются нанимателем по согласованию с профсоюзом или иным уполномоченным работниками представительным органом. При этом указанные сроки должны быть не менее сроков носки установленных в типовых нормах для аналогичных средств индивидуальной защиты.

Сроки носки специальной одежды и специальной обуви могут быть продлены по решению нанимателя по согласованию с профсоюзом или иным уполномоченным работниками представительным органом при условии занятости работника на условиях неполного рабочего времени (неполный рабочий день или неполная рабочая неделя). В этом случае срок носки продлевается пропорционально разнице между рабочим временем нормальной продолжительности и фактически отработанным.

Работникам организаций агропромышленного комплекса, лесного хозяйства, работающим в зонах с радиоактивным загрязнением, в установленном порядке выдаются вторые комплекты спецодежды и других средств индивидуальной защиты, приобретение которых финансируется за счет средств, выделяемых в соответствии со статьей 30 Закона Республики Беларусь от 12 ноября 1991 г. «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС».

Обучающимся в учреждениях образования на время прохождения производственной практики (производственного обучения), инструкторам производственного обучения, мастерам производственного обучения на время практики средства индивидуальной защиты выдаются в соответствии с типовыми нормами в установленном порядке.

Бригадирам, мастерам, помощникам рабочих, профессии которых предусмотрены в типовых нормах, выдаются те же средства индивидуальной защиты, что и рабочим соответствующих профессий.

Работникам, совмещающим профессии, выполняющим обязанности временно отсутствующего работника, помимо выдаваемых им средств индивидуальной защиты по основной профессии должны быть дополнительно выданы и другие виды средств индивидуальной защиты, предусмотренные типовыми нормами для совмещаемой профессии.

Руководители и специалисты, должности которых не предусмотрены в типовых нормах, в целях защиты от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов обеспечиваются аналогичными для работников на данном участке работ средствами индивидуальной защиты со сроком носки до износа.

Выданные средства индивидуальной защиты от пониженных температур, предусмотренные типовыми нормами в холодный период года, с наступлением теплого периода года сдаются для организованного хранения. В процессе хранения они подвергаются дезинфекции, очищаются от грязи и пыли, просушиваются, ремонтируются и периодически подвергаются осмотру. После хранения средства индивидуальной защиты от пониженных температур возвращаются тем работникам, от которых они были приняты на хранение.

Средства индивидуальной защиты должны храниться в отдельных сухих помещениях, изолированно от каких-либо других предметов и материалов, рассортированными по видам, ростам и защитным свойствам.

Выдача и сдача работниками средств индивидуальной защиты отмечаются в личной карточке установленной формы приложение 24.

Средства индивидуальной защиты (в том числе арендованные) бывшие в употреблении выдаются другим работникам только после стирки, химчистки, дезинфекции и ремонта. Срок их носки устанавливается в зависимости от степени годности и заносится в личную карточку.

Работникам запрещается по окончании работы выносить средства индивидуальной защиты за пределы территории нанимателя. В отдельных случаях там, где по условиям работы установленный порядок хранения средств индивидуальной защиты не может быть обеспечен, они могут оставаться

в нерабочее время у работников, что должно быть определено в правилах внутреннего трудового распорядка, в коллективных договорах, трудовых договорах (контрактах). Ответственность за сохранность средств индивидуальной защиты в этих случаях возлагается на работников.

### **Порядок пользования средствами индивидуальной защиты**

Работники обязаны использовать и правильно применять предоставленные им средства индивидуальной защиты, а в случаях их отсутствия или неисправности – немедленно уведомлять об этом непосредственного руководителя.

Наниматель обязан:

не допускать выполнения работ без применения работниками необходимых средств индивидуальной защиты;

организовать надлежащий уход за средствами индивидуальной защиты;

заменить или отремонтировать средства индивидуальной защиты, пришедшие в негодность до истечения установленного срока носки по причинам, не зависящим от работника;

обеспечивать регулярное, в соответствии с установленными сроками, испытание и проверку исправности средств индивидуальной защиты (респираторов, противогазов, самоспасателей, предохранительных поясов, диэлектрических перчаток и др.), а также своевременную замену фильтров, стекол и других частей с понизившимися защитными свойствами.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания или отдельные части этих средств подлежат замене по истечении времени защитного действия, сроков службы, хранения, эксплуатации, а также несоответствию значений показателей качества, определяющих их защитные свойства, значениям, установленным в технических нормативных правовых актах. При остаточном после дезактивации загрязнении средств индивидуальной защиты радионуклидами выше допустимых пределов их эксплуатация прекращается.

В тех случаях, когда это требуется по условиям производства, в структурных подразделениях организации (в цехах, на участках) устраиваются сушилки для специальной одежды и специальной обуви, камеры для обеспыливания специальной одежды и установки для дегазации, дезактивации и обезвреживания средств индивидуальной защиты.

В случае инфекционного заболевания работника средства индивидуальной защиты, которыми он пользовался, подвергаются дезинфекции или уничтожению, а помещение, в котором они хранились, – дезинфекции по решению территориального органа государственного санитарного надзора.

Специальная обувь регулярно подвергается чистке и смазке, для чего работники обеспечиваются соответствующими условиями (места для чистки обуви, щетки, мази и другим).

Ответственность за своевременное и в полном объеме обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, организацию контроля правильности их применения работниками возлагается на нанимателя.

Наниматель компенсирует работникам расходы на приобретение и уход за средствами индивидуальной защиты, если работники вынуждены приобретать их и осуществлять уход за ними за свой счет.

Споры по вопросам выдачи и использования средств индивидуальной защиты рассматриваются комиссиями по трудовым спорам и судами.

### Порядок выполнения работы

1. В соответствии с заданием (табл. 14.1) определить годовую потребность в средствах индивидуальной защиты для работников конкретной профессии, воспользовавшись Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам, занятым в сельском хозяйстве, рыболовстве, рыбоводстве приложение 25 или Типовыми нормами бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам общих профессий и должностей для всех отраслей экономики. Результаты внести в таблицу 14.2.

2. Оформить личную карточку учета средств индивидуальной защиты на одного из работников заданного варианта по форме, приведенной в приложении 24.

Таблица 14.1

Задания для расчета потребности средств индивидуальной защиты

Номера вариантов	Профессия, должность	Количество работников	
		всего	в т.ч. женщин
<b>Животноводство, птицеводство и ветеринария</b>			
1	Бригадир фермы по откорму КРС	1	
	Оператор животноводства	4	4
	Возчик, занятый на подвозке жидких кормов	1	
	Тракторист	1	
	Зоотехник	1	1
	Телятница	5	5

Номера вариантов	Профессия, должность	Количество работников	
		всего	в т.ч. женщин
2	Доярка	9	9
	Рабочий кормоцеха	2	1
	Рабочий по откорму КРС	3	3
	Слесарь-ремонтник	1	
	Кладовщик	1	
	Скотник	4	
3	Бригадир свинофермы	1	
	Оператор, обслуживающий свинопоголовье	8	8
	Возчик, занятый на подвозке жидких кормов	1	
	Подсобный рабочий	3	1
	Ветврач с-х. предприятия	1	
	Сторож	2	
4	Бригадир птицефермы	1	
	Оператор птицеводства	10	8
	Рабочий по стирке и ремонту спецодежды	4	2
	Рабочий инкубатория	5	5
	Рабочий, обслуживающий птицепоголовье	3	2
	Рабочий яйцесклада	2	1
5	Ветврач пункта искусственного осеменения животных	1	
	Техник по искусственному осеменению	4	3
	Уборщик производственных помещений, занятый на станции искусственного осеменения	2	2
	Водитель автомобиля	1	
	Конюх	1	
6	Рыбовод	2	1
	Ловец прибрежного лова	6	
	Обработчик рыбы, занятый на разделке рыбы вручную	4	2
	Обработчик рыбы, занятый на укладке продукции в бочки, ящики и другую тару	2	2
	Тракторист	2	
	Машинист холодильных установок	1	

Потребность средств индивидуальной защиты  
для работников отдельных профессий

№ п.п.	Наименование профессий и должностей	Численность работников		Наименование средств индивидуальной защиты	Срок носки, мес.	Единица измерения, шт., пар	Потребность
		всего	в т.ч. женщин				
1	2	3	4	5	6	7	8

### Контрольные вопросы

1. Какой нормативный документ определяет порядок обеспечения работников средствами индивидуальной защиты?
2. Какие сведения и нормативные документы необходимо иметь для расчета потребности средств индивидуальной защиты?
3. В каком документе ведется учет выдачи и возврата средств индивидуальной защиты?
4. Куда следует относить затраты на средства индивидуальной защиты?
5. Имеет ли право наниматель заменять один вид средств индивидуальной защиты, предусмотренный установленными нормами, другим?
6. Кто обязан обеспечить надлежащее содержание средств индивидуальной защиты (стирку, ремонт, дезинфекцию и т. д.)?

## ЛИТЕРАТУРА

---

1. Правила расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний : постановление Совета Министров Республики Беларусь, 15 января 2004 г., № 30 (с изм. и доп. от 04.11.2006 № 1462, от 18.01.2007 № 60, от 18.02.2008 № 221, от 19.04.2010 № 579) // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь». – 2004. – № 8. – 5/13691. – 22 с.

2. СанПиН 90-80 РБ 98. Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений : постановление Минздрава Республики Беларусь, 25 марта 1999 г. № 12. – 39 с.

3. Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ», утвержденный постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31.12.2008г. № 240, с дополнениями, утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 19 ноября 2009 г. № 124. – 357с.

4. ГОСТ 12.1.005–88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Взамен ГОСТ 12.1.005-76; введен в действие 01.01.1989. – Москва : Изд. стандартов, 1988. – 75 с.

5. СНБ 4.02.03-03. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – Введен 01.12.2003. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2004. – 75 с.

6. ТКП 45-2.04-153-2009. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования. – Введен в действие 14.10.2009. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 106 с.

7. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к организации технологических процессов и производст-

венному оборудованию» : постановление Минздрава Республики Беларусь от 13 июля 2010 г. № 93. – 14 с.

8. СанПиН 2.2.4/2.1.8.9-36-2002. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ) : постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 31 декабря 2002 г. №162. – 22 с.

9. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки» : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16 ноября 2011 г. № 115. –14 с.

10. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – Взамен ГОСТ 12.1.003-76; введ.01.01.84. – Москва : Изд. стандартов, 1984. – 65 с.

11. СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-332-2002. Санитарные правила и нормы. Производственная вибрация, вибрация в жилых помещениях жилых и общественных зданий : постановление Минздрава Республики Беларусь от 31 декабря 2002 г. № 159. – 48 с.

12. СНБ 3.02.03-03. Административные и бытовые здания. – Введен в действие 01.09.2003. – Минск : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2003. – 69 с

13. СНБ 2.02.03-03. Ограничение распространения пожара в зданиях и сооружениях. Объемно-планировочные и конструктивные решения. – Утверждены приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 03.03.2003 № 42. – 32 с.

14. Инструкция о порядке обеспечения работников средствами индивидуальной защиты : постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30 декабря 2008 г. № 209. – 26 с.

15. Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам, занятым в сельском хозяйстве, рыболовстве, рыбноводстве : постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 1 июля 2010 г. № 89. – 90 с.

16. Типовые нормы бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам общих профессий и должностей для всех отраслей экономики : постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 22 сентября 2006 г. № 110. – 21 с.

17. *Куценко, Г. В.* Охрана труда в электроэнергетике : практическое пособие / Г. Ф. Куценко. – Минск : Дизайн ПРО, 2005. – 784 с.

18. *Миклуш, В. П.* Ремонт машин. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие / В. П. Миклуш, Л. Ф. Баранов, А. К. Трубилов; под общ. ред. В. П. Миклуша. – Минск : БГАТУ, 2004. – 492 с.

19. *Бережной, С. А.* Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / С. А. Бережной, В. В. Романов, Ю. И. Седов. – Тверь : ТГТУ, 1996. – 329 с.

20. *Бережной, С. А.* Практикум по безопасности жизнедеятельности / С. А. Бережной [и др.]; под ред С. А. Бережного. – Тверь : ТГТУ, 1997. – 211 с.

21. *Калинуткин, М. П.* Вентиляционные установки / М. П. Калинуткин. – Москва : Высшая школа, 1979. – 235 с.

22. *Курдюмов, В. И.* Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности / В. И. Курдюмов, Б. И. Зотов. – Москва : КолосС, 2005. – 216 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

---

Репозиторий БГАТУ

## Приложение 1

Предельно допустимые концентрации вредных веществ воздуха рабочей зоны

Наименование вещества	Величина ПДК, г/м <sup>3</sup>	Класс опасности
1. Азота оксиды (в пересчете на N <sub>02</sub> )	5	III
2. Акролеин	0,2	II
3. Ацетон	200	IV
4. Бензин (растворитель и топливный)	100	IV
5. Кремния карбид (карборунд)	6	IV
6. Керосин (в пересчете на С)	300	IV
7. Ксилол	50	III
8. Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании:		
до 20 %	0,2	II
от 20 до 30 %	0,1	II
9. Масла минеральные нефтяные	5	III
10. Свинец и его неорганические соединения (по свинцу)	0,01/0,005*	I
11. Серная кислота	1	II
12. Соляная кислота	5	III
13. Сольвент-нафта (в пересчете на С)	100	IV
14. Тетраэтилсвинец	0,005	I
15. Уайт-спирит (в пересчете на С)	300	IV
16. Окись углерода (СО)**	20	IV
17. Углероды алифатические предельные С <sub>1</sub> —С <sub>10</sub> (в пересчете на С)	300	IV
18. Фенол	0,3	II
19. Формальдегид	0,5	II
20. Пыль растительного происхождения:		
а) древесная	6	IV
б) лубяная, хлопчатобумажная, шерстяная и др.	2	IV
21. Пыль асбестокалита, асбесторезины	8	IV

Примечания.

\* В числителе — максимальная, в знаменателе — среднесменная ПДК.

\*\* При длительности работы в атмосфере, содержащей СО: ≤ 1 ч ПДК окиси углерода может быть повышена до 50 мг/м<sup>3</sup>; ≤ 30 мин — до 100 мг/м<sup>3</sup>; ≤ 15 мин — 200 мг/м<sup>3</sup>.

Нормируемые величины температуры, влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура, °С			Относительная влажность		Скорость воздуха, м/с	
		Оптимальная	Допустимая		Оптимальная	Допустимая на постоянных и непостоянных рабочих местах	Оптимальная	Допустимая на постоянных и непостоянных рабочих местах
			верхняя граница	нижняя граница				
Холодный	Легкая							
	Ia	22-24	25/26	21/18	40-60	75	0,1	<0,1
	Iб	21-23	24/25	20/17	40-60	75	0,1	<0,2
	Средней тяжести							
	IIa	18-20	23/24	17/15	40-60	75	0,2	<0,3
IIб	17-19	21/23	15/13	40-60	75	0,2	<0,4	
Тяжелая III	16-18	19/20	13/12	40-60	75	0,3	<0,5	
Теплый	Легкая							
	Ia	23-25	28/30	22/20	40-60	55 при 28 °С	0,1	0,1-0,2
	Iб	22-24	28/30	21/19	40-60	60 при 27 °С	0,2	0,1-0,2
	Средней тяжести							
	IIa	21-23	27/29	18/17	40-60	65 при 26 °С	0,3	0,2-0,4
IIб	20-22	27/29	16/15	40-60	70 при 25 °С	0,3	0,2-0,5	
Тяжелая III	18-20	26/28	15/13	40-60	75 при 24 °С	0,4	0,2-0,6	

### Приложение 3

Расчетные минимальные значения скоростей удаления вредных веществ  
в открытых проемах местной вытяжной вентиляции

Вид вредности или работы	$v$ , м/с
Теплота, водяной пар	0,3
Бензин, масла технические и другие вредности с ПДК 100 мг/м <sup>3</sup> и выше	0,5...0,7
Вредные вещества с ПДК от 100 до 10 мг/м <sup>3</sup>	0,7...1
Пыли, аэрозоли, дымы, туманы веществ с ПДК от 10 до 2 мг/м <sup>3</sup>	1,25
Вещества с ПДК от 2 до 1 мг/м <sup>3</sup>	1,75
Вещества с ПДК менее 1 мг/м <sup>3</sup>	2
Особо токсичные (ПДК < 0,01 мг/м <sup>3</sup> ) и радиоактивные вещества	3
Сварка металлов электрическая	1,5
Сварка газовая	1,5...2
Пайка	0,7...1
Плавление (свинец)	1,5
Эпоксидная смола	До 3
Ртуть без нагрева	0,7...1
Ртуть с нагревом	1...1,25
Закалка в среде	0,3...0,5
Обезжиривание с использованием бензина или керосина	0,5
Травление с применением:	
азотной кислоты	0,7...1
соляной или серной кислот	0,7

Значение коэффициента  $k_2$

Скорость движения воздуха в помещении $v_B$ , м/с	Значение $k_2$ для однобортового отсоса при $h/B$					
	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
0,2	-	-	1,1	1,2	1,25	1,35
0,4	-	1,05	1,2	1,35	1,45	1,65
0,6	1,05	1,2	1,35	1,6	1,75	1,95
0,8	1,2	1,35	1,55	1,8	2	2,35
1	1,3	1,55	1,8	2,15	2,35	2,8
Скорость движения воздуха в помещении $v_B$ , м/с	Значение $k_2$ для двухбортового отсоса при $h/B$					
	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
0,2	-	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25
0,4	1,1	1,15	1,25	1,3	1,35	1,4
0,6	1,2	1,35	1,4	1,5	1,65	1,75
0,8	1,35	1,5	1,65	1,8	1,95	2,15
1	1,6	1,7	1,9	2,2	2,4	2,75

## Приложение 5

Удельные выделения вредных веществ, мг/м<sup>3</sup>, при сварке и наплавке

Технологическая операция	Сварочные материалы	Удельные выделения вредных веществ на 1 кг расходуемого сварочного материала $q$ , мг/кг	
		Наименование	Количество
Ручная дуговая сварка: углеродистых и низколегированных конструкционных сталей  теплоустойчивой стали  коррозионно-стойкой жаропрочной и жаростойкой сталей  высокопрочных среднелегированных сталей	Электроды с покрытием типа: ОМА-2 ОЗС-6 АНО-5 К-5а АНО-6  Электроды типа: ЦЛ-17  Электроды типа: ОЗЛ-14 ОЗЛ-6 ЭА-606/11 ЦТ-36  Электроды типа: ЭА-395/9 ЭА-981/15 ВИ-10-6	Марганец	830
			860
			1870
			1530
			1950
		Хромовый ангидрид	166
		Хромовый ангидрид	460
		Хромовый ангидрид	595
		Марганец	340
		Марганец	1190
Хромовый ангидрид	425		
Хромовый ангидрид	450		
Хромовый ангидрид	720		
Ручная дуговая сварка и наплавка чугуна	Электроды типа: ЦЧ-4 МНЧ-2	Марганец	435
		Марганец	920
Ручная сварка и наплавка меди и ее сплавов	Электроды типа: «Комсомолец-100»	Марганец	3900
Ручная сварка алюминия и его сплавов	Электроды типа: ОЗА-1 ОЗА-2/АК	Оксид алюминия	20000
		Оксид алюминия	28000
Полуавтоматическая аргоно-дуговая сварка алюминия и его сплавов	Электродные проволоки: АМЦ АМГ	Марганец	625
		Марганец	780
Полуавтоматическая аргоно-дуговая сварка титановых сплавов	Электродные проволоки	Титан и его диоксид	1750

## Приложение 6

### Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование веществ	ПДК, мг/м <sup>3</sup>		Агрегатное состояние
	В воздухе рабочей зоны	В атмосферном воздухе населенных мест (среднесуточная)	
Акролеин	0,7	0,03	п
Аммиак	20	0,2	п
Анилин	0,1	0,03	п
Ацетон	200	0,35	п
Асбестоцемент	6	-	а
Бензин-растворитель	300	-	п
Бензин топливный	100	0,05	п
Глина	6	-	а
Керосин (в пересчете на С)	300	-	п
Кислота серная	1	0,1	п
Кислота соляная	5	0,2	п
Марганец в сварочных аэрозолях при его со- держании:			
до 20 %	0,2	0,01	а
20...30 %	0,1	0,01	а
Медь металлическая	1/0,5*	-	а
Минеральная вата	6	-	а
Пыль растительного и животного происхожде- ния с примесью диокси- да кремния:			
менее 2 % (мучная и др.)	6	-	а
2...10 %	4	-	а
более 10 % (зерновая)	2	-	а
Сажа	4	0,05	а
Сода кальцинированная	2	-	а
Спирт этиловый	1000	-	а
Хлор	1	0,03	п
Цемент	6	-	а
Чугун (в т. ч. в смеси с электрокорундом до 20 %)	6	-	а

Примечание. \* Среднесменные значения ПДК, п – пары или газы, а – аэрозоли.

## Приложение 7

Значение коэффициента запаса мощности  $K_{з.м}$  для вентилятора

Мощность на валу электродвигателя $P$ , кВт	Значение $K_{з.м}$ для вентилятора	
	центробежного	осевого
До 0,5	1,5	1,2
0,51...1	1,3	1,15
1,01...2	1,2	1,1
2,01...5	1,15	1,05
Более 5	1,1	1,05

Нормы освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях промышленных предприятий  
(извлечение из ТКП 45-2.04-153-2009 (02250))

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк		Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации			КЕО $e_n$ , %			
						при системе комбинированного освещения					при системе общего освещения	$P$	$K_n$ , %	при верхнем или комбинированном освещении
						всего	в том числе от общего							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	500	–	20	10	–	–	6,0	2,0
						4500	500	–	10	10				
			б	Малый Средний	Средний Темный	4000	400	1250	20	10				
						3500	400	1000	10	10				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2500	300	750	20	10				
						2000	200	600	10	10				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1500	200	400	20	10				
						1250	200	300	10	10				
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	4000	400	–	20	10	–	–	4,2	1,5
						3500	400	–	10	10				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			б	Малый Средний	Средний Темный	3000 2500	300 300	750 600	20 10	10 10				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000 1500	200 200	500 400	20 10	10 10				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1000 750	200 200	300 200	20 10	10 10				
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	а	Малый	Темный	2000 1500	200 200	500 400	40 20	15 15	-	-	3,0	1,2
			б	Малый Средний	Средний Темный	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	750 600	200 200	300 200	40 20	15 15				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	400	200	200	40	15				
Средней точности	Свыше 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малый Средний	Средний Темный	500	200	200	40	20				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200	200	40	20				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	-	-	200	40	20				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Малой точности	Свыше 1 до 5	V	а	Малый Темный	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6	
			б	Малый Средний Темный	–	–	200	40	20					
			в	Малый Средний Большой Темный	–	–	200	40	20					
			г	Средний Большой Большой Светлый Светлый Средний	–	–	200	40	20					
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6	
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		То же	–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6	
Общее наблюдение за ходом производственного процесса постоянное		VIII	а	То же	–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6	
Периодическое наблюдение при постоянном пребывании людей в помещении		VIII	б	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	–	–	75	–	–	1	0,3	0,7	0,2	

Окончание приложения 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Периодическое наблюдение при периодическом пребывании людей в помещении			в	То же		–	–	50	–	–	0,7	0,2	0,5	0,2
Общее наблюдение за инженерными коммуникациями			г	То же		–	–	20	–	–	0,3	0,1	0,2	0,1

## Приложение 9

### Коэффициент светового климата и номер группы административных районов стран СНГ (извлечение из ТКП 45-2.04-153-2009 (02250))

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата, <i>m</i>																				
		Номер группы административных районов стран СНГ																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
В наружных стенах зданий	С	0,75	0,75	0,9	1	0,8	1	0,9	0,75	0,75	0,7	0,9	1	0,9	1,1	1,2	0,8	0,7	0,7	0,7	0,85	0,9
	СВ, СЗ	0,75	0,75	0,9	1	0,8	1	0,9	0,75	0,7	0,7	0,85	1	0,9	1,1	1,2	0,8	0,7	0,65	0,7	0,85	0,9
	З, В	0,7	0,7	0,9	1	0,75	0,9	0,8	0,7	0,65	0,7	0,8	1	0,9	1,1	1,1	0,8	0,65	0,6	0,65	0,8	0,85
	ЮВ, ЮЗ	0,7	0,7	0,85	1	0,75	0,9	0,8	0,7	0,65	0,7	0,8	1	0,85	1	1,1	0,8	0,65	0,6	0,65	0,8	0,85
	Ю	0,7	0,7	0,85	0,95	0,75	0,9	0,8	0,7	0,65	0,7	0,8	1	0,85	1	1,1	0,75	0,65	0,6	0,65	0,75	0,85
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С-Ю	0,65	0,7	0,9	1	0,75	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	1	0,9	1,1	1,2	0,75	0,65	0,6	0,65	0,8	0,8
	СВ-ЮЗ ЮВ-СЗ	0,65	0,7	0,9	1	0,7	0,9	0,85	0,8	0,75	0,65	0,8	1	0,9	1,2	1,2	0,7	0,6	0,55	0,6	0,75	0,8
	В-З	0,6	0,65	0,85	1	0,7	0,85	0,8	0,75	0,7	0,6	0,75	1	0,9	1,1	1,2	0,7	0,5	0,5	0,55	0,7	0,75
В фонарях типа «Шед»	С	0,7	0,7	0,9	1	0,7	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,85	1	0,9	1,2	1,2	0,7	0,65	0,65	0,65	0,8	0,8
В зенитных фонарях	–	0,55	0,6	1	1	0,6	0,8	0,8	0,75	0,7	0,6	0,75	1	0,9	1,2	1,2	0,75	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8
Примечания: 1 С – северная; СВ – северо-восточная; СЗ – северо-западная; В – восточная; З – западная; С-Ю – север-юг; В-З – восток-запад; Ю – южная; ЮВ – юго-восточная; ЮЗ – юго-западная. 2 Группы административных районов стран СНГ по ресурсам светового климата приведены в табл. 6.1.																						

## Приложение 10

### Нормы освещенности в жилых, общественных и административно-бытовых зданиях (извлечение из ТКП 45-2.04-153-2009 (02250))

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение				Естественное освещение	
					освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	цилиндрическая освещенность, лк	показатель дискомфорта, М	коэффициент пульсации освещенности $K_{п}, \%$	КЕО, в %, при	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	верхнем или верхнем и боковом	боковом
10	11									
<b>Различение объектов при фиксированной и нефиксированной линий зрения</b>										
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	А	1	Не менее 70	500	150*	40 15	10	4,0	1,5
			2	Менее 70	400	100*	40 15	10	3,5	1,2
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	Б	1	Не менее 70	300	100*	40 15	15	3,0	1,0
			2	Менее 70	200	75*	60 25	20 15	2,5	0,7
Средней точности	Более 0,5	В	1	Не менее 70	150	50*	60 25	20 15	2,0	0,5
			2	Менее 70	100	Не регламентируется	60 25	20 15	2,0	0,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Обзор окружающего пространства при очень кратковременном, эпизодическом различении объектов</b>										
При высокой насыщенности помещений светом	Независимо от размера объекта различения	Г	–	Независимо от продолжительности зрительной работы	300	100	60	Не регламентируется	3,0	1,0
При нормальной насыщенности помещений светом		Д	–		200	75	90		2,5	0,7
При низкой насыщенности помещений светом		Е	–		150	50	90		2,0	0,5
<b>Общая ориентировка в пространстве интерьера</b>										
При большом скоплении людей	Независимо от размера объекта различения	Ж	1	Независимо от продолжительности зрительной работы	75	Не регламентируется				
При малом скоплении людей			2		50					
<b>Общая ориентировка в зонах передвижения</b>										
При большом скоплении людей	Независимо от размера объекта различения	З	1	Независимо от продолжительности зрительной работы	30	Не регламентируется				
При малом скоплении людей			2		20					
* Дополнительно регламентируется в случаях специальных архитектурно-художественных требований.										
Примечание. Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы устанавливаются при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от работающего при среднем контрасте объекта различения с фоном и светлым фоном. При уменьшении (увеличении) контраста допускается увеличение (уменьшение) освещенности на I ступень по шкале освещенности.										

## Приложение 11

### Нормируемые показатели освещения общепромышленных помещений и сооружений (извлечение из ТКП 45-2.04-153-2009 (02250))

1	2	3	Нормируемая освещенность, лк				7	8	9	
			4	при комбинированном освещении		Показатель ос-лепленности, не более				Коэффициент пульсации, не более
				5	6					
Помещения и производственные участки, оборудование, сооружения	Рабочая поверхность и плоскость, на которой нормируется освещенность (Г – горизонтальная, В – вертикальная)	Разряд зрительной работы по таблице 1	при общем освещении	всего	от общего	Показатель ос-лепленности, не более	Коэффициент пульсации, не более	Дополнительные указания		
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<b>Склады</b>										
1 Склады, кладовые масел, лакокрасочных материалов										
а) с разливом на складе	Г – пол	VIIIб	75	–	–	–	–			
б) без разлива на складе	Г – пол	VIIIв	50	–	–	–	–			
2 Склады, кладовые химикатов, карбида кальция, кислот, щелочей и т.п.	Г – пол	VIIIв	50	–	–	–	–			
3 Склады, кладовые металла, запасных частей, ремонтного фонда, деталей, ожидающих ремонта, инструментальные	Г – пол	VIIIб	75	–	–	–	–			
4 Склады, кладовые, открытые площадки под навесом баллонов газа	Г – пол	VIIIв	50	–	–	–	–			
5 Грузоподъемные механизмы (кран-балки, тельферы, мостовые краны и т.п.)										
в помещении	Г, В – пульт управления	VIIIв	50	–	–	–	–			
	В – крюк крана, площадки приема и подачи оборудования и деталей	VIIIв	50	–	–	–	–			

Продолжение приложения 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
вне зданий	Г, В – пульт управления	X	30	–	–	–	–	
	В – крюк крана	XII	10	–	–	–	–	
	Г – площадки приема и подачи оборудования, материалов, деталей	XII	10	–	–	–	–	
<b>Предприятия по обслуживанию автомобилей</b>								
1 Осмотровые каналы в помещении и вне зданий	Г – днище машины	Vб	200	–	–	40	20	Предусмотреть розетки для переносного освещения
2 Посты мойки и уборки подвижного состава								
вне зданий	Г – покрытие	XII	10	–	–	–	–	
в помещении	Г – пол	VI*	150	–	–	40	20	
3 Мойка агрегатов, узлов, деталей	Г – место загрузки и выгрузки	VI*	150	–	–	40	20	
4 Участки диагностирования легковых и грузовых автомобилей	Г – 0,8 м от пола	Vб	200	–	–	40	20	
5 Участок технического обслуживания и технического ремонта легковых, грузовых автомобилей и автобусов	Г – 0,8 м от пола	Vб	200			40	20	
6 Подъемники	Г – днище машины	IVв	150* *	–	–	40	20	Предусмотреть розетки для переносного освещения у подъемников
7 Шиномонтажный участок	Г – 0,8 м от пола	Vа	300			40	20	
8 Кузнечно-рессорный участок	Г – 0,8 м от пола	IVб	200			40	20/20	
9 Сварочно-жестяницкий участок	Г – 0,8 м от пола	IVв	200			40	20	

## Окончание приложения 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10 Медницкий участок	Г – 0,8 м от пола	IV <sub>B</sub>	200			40	20	
	Г – верстак	IV <sub>Б</sub>	–	500	200		20/20	
	Г – ванна	V <sub>A</sub>		400	200		20/20	
11 Участок ремонта электрооборудования и приборов питания	Г – 0,8 м от пола	V <sub>A</sub>	300			40	20	
	Г – верстак, стенд	III <sub>B</sub>	–	750	200		20/15	
12 Вулканизационный участок	Г – 0,8 м от пола	IV <sub>A</sub>	300	–	–	40	20	
	Г – верстак, ванна	III <sub>Б</sub>	300	1000	200		20/15	
	Г – место загрузки и выгрузки	VI	200	–	–		20	
13 Слесарно-механический участок	Г – 0,8 м от пола	II <sub>B</sub>	300	–	–	20	20	
14 Помещение закрытого хранения подвижного состава	Г – пол	VIII <sub>Б</sub>	50	–	–	–	–	
* Освещенность снижена на ступень шкалы, так как оборудование не требует постоянного обслуживания или вследствие кратковременного пребывания людей в помещении.								
** Освещенность приведена для ламп накаливания.								
Примечания:								
1 Наличие нормируемых значений освещенности в графах обеих систем освещения указывает на возможность применения одной из этих систем. Предпочтительным является применение системы комбинированного освещения.								
2 При дробном обозначении коэффициента пульсации в числителе указывается нормируемая величина для общего освещения в системе комбинированного освещения, а в знаменателе – для местного и общего освещения в системе общего освещения.								
3 Более подробные таблицы нормируемых значений показателей освещения приводятся в отраслевых нормах.								

## Приложение 12

Нормируемые показатели освещения некоторых помещений  
общественных и жилых зданий, административных и бытовых зданий  
предприятий (извлечение из ТКП 45-2.04-153-2009 (02250))

Помещения	Плоскость (Г – горизонтальная, В – вертикальная) нормирования освещенности и КЕО, высота плоскости над полом, м	Разряд и подразряд зрительной работы по таблице 1 или таблице 2	Искусственное освещение					Естественное освещение	
			Освещенность рабочих поверхностей, лк		Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более	КЕО, $e_n$ , %	
			при комбинированном освещении	при общем освещении				При верхнем или верхнем и боковом освещении	При боковом освещении
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Общеобразовательные школы и школы-интернаты, профессионально-технические, средние специальные и высшие учебные заведения</b>									
1 Классные комнаты, аудитории, учебные кабинеты, лаборатории, лаборантские	В – на середине доски	А-1	–	500	–	–	15	–	–
	Г – 0,8 на рабочих столах и партах	Б-1	–	500	–	40	15	4,0	1,5
2 Кабинеты информатики и вычислительной техники	В – 1,2 (на экране дисплея)	Б-2	–	200	–	–	–	–	–
	Г – 0,8 на рабочих столах и партах	А-2	–	500 / 300	400	–	25	10	1,5
<b>Административные и бытовые здания и помещения предприятий</b>									
3 Санитарно-бытовые помещения									
а) умывальные, туалет, курительные	Пол	Ж-1	–	75	–	–	–	–	0,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
б) душевые, гардеробные, помещения для сушки, обеспыливания и обезвреживания одежды и обуви, помещения для обогрева работающих	Пол	Ж-2	–	50	–	–	–	–	0,3
<b>Прочие помещения общественных и жилых зданий, производственных, административных и бытовых зданий предприятий</b>									
4 Вестибюли и гардеробные уличной одежды									
а) в вузах, школах, театрах, клубах, общежитиях, гостиницах и главных входах в крупные промышленные предприятия и общественные здания	Пол	Е	–	150	–	–	–	–	0,4
б) в прочих промышленных, вспомогательных и общественных зданиях	Пол	Ж-1	–	75	–	–	–	–	–
в) вестибюли в жилых зданиях	Пол	3-1	–	30	–	–	–	–	–
5 Лестницы									
а) главные лестничные клетки общественных, производственных и вспомогательных зданий	Пол (площадки, ступени)	В-2	–	100	–	–	–	–	0,2
б) лестничные клетки жилых зданий	Пол	–	–	10 <sup>1)</sup>	–	–	–	–	0,1
в) остальные лестничные клетки	Пол	Ж-2	–	50	–	–	–	–	0,1
6 Коридоры и проходы									
а) главные коридоры и проходы	Пол	Ж-1	–	75	–	–	–	–	0,1
б) поэтажные коридоры жилых зданий	Пол	3-2	–	20	–	–	–	–	–
в) остальные коридоры	Пол	Ж-2	–	50	–	–	–	–	–
1) Нормированные значения установлены экспериментально при отраслевом нормировании.									
Примечания: 1 Более подробные таблицы нормируемых значений показателей освещения приводятся в отраслевых нормах. 2 Для помещений, указанных в пунктах 4б, в, 6б, в настоящей таблицы, естественная освещенность путей эвакуации должна быть не менее 0,2 лк.									

## Приложение 13

### Значение коэффициента запаса $K_3$ (извлечение из ТКП 45-2.04-153-2009 (02250))

Помещения и территории	Примеры помещений	Искусственное освещение			Естественное освещение			
		Коэффициент запаса $K_3$			Коэффициент запаса $K_3$			
		Количество чисток светильников в год			Количество чисток остекления светопроемов в год			
		Эксплуатационная группа светильников			Угол наклона светопропускающего материала к горизонту, градусы			
		1-4	5-6	7	0-15	16-45	46-75	76-90
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>1 Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне</b>								
а) свыше 5 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов	<u>2,0</u> 18	<u>1,7</u> 6	<u>1,6</u> 4	<u>2,0</u> 4	<u>1,8</u> 4	<u>1,7</u> 4	<u>1,5</u> 4
б) от 1 до 5 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сборного железобетона	<u>1,8</u> 6	<u>1,6</u> 4	<u>1,6</u> 2	<u>1,8</u> 3	<u>1,6</u> 3	<u>1,5</u> 3	<u>1,4</u> 3
в) менее 1 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Цехи инструментальные, сборочные, механические, механосборочные, пошивочные	<u>1,5</u> 4	<u>1,4</u> 2	<u>1,4</u> 1	<u>1,6</u> 2	<u>1,5</u> 2	<u>1,4</u> 2	<u>1,3</u> 2
г) значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных образовывать с влагой слабые растворы кислот, щелочей, а также обладающих корродирующей способностью	Цехи химических заводов по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов, ядохимикатов, удобрений, цехи гальванических покрытий и различных отраслей промышленности с применением электролиза	<u>1,8</u> 6	<u>1,6</u> 4	<u>1,6</u> 2	<u>2,0</u> 3	<u>1,8</u> 3	<u>1,7</u> 3	<u>1,5</u> 3
<b>2 Производственные помещения с особым режимом по чистоте воздуха при обслуживании светильников</b>								
а) с технического этажа		<u>1,3</u> 4	—	—	—	—	—	—
б) снизу из помещения		<u>1,4</u> 2	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>3 Помещения общественных и жилых зданий</b>								
а) пыльные, жаркие и сырые	Горячие цехи предприятий общественного питания, охлаждаемые камеры, помещения для приготовления растворов в прачечных, душевые и т.д.	$\frac{1,7}{2}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{2,0}{3}$	$\frac{1,8}{3}$	$\frac{1,7}{3}$	$\frac{1,6}{3}$
б) с нормальными условиями среды	Кабинеты и рабочие помещения, жилые комнаты, учебные помещения, лаборатории, читальные залы, залы совещаний, торговые залы и т.д.	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,4}{1}$	$\frac{1,4}{1}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,3}{1}$	$\frac{1,2}{1}$
<b>4 Территории с воздушной средой, содержащей</b>								
а) большое количество пыли (более 1 мг/м <sup>3</sup> )	Территории металлургических, химических, горнодобывающих предприятий, шахт, рудников, железнодорожных станций и прилегающих к ним улиц и дорог	$\frac{1,5}{4}$	$\frac{1,5}{4}$	$\frac{1,5}{4}$	–	–	–	–
б) малое количество пыли (менее 1 мг/м <sup>3</sup> )	Территории промышленных предприятий, кроме указанных в 4а, и общественных зданий	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	–	–	–	–
5 Населенные пункты	Улицы, площади, дороги, территории жилых районов, парки, бульвары	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	–	–	–	–
	Пешеходные тоннели, фасады зданий, памятники, транспортные тоннели	$\frac{1,7}{2}$	–	–	–	–	–	–
<p>Примечания:</p> <p>1 Значения коэффициента запаса, указанные в графах 6–9, следует умножать на 1,1 – при применении узорчатого стекла, стеклопластика, армированной пленки и матового стекла, а также при использовании световых проемов для аэрации; на 0,9 – при применении органического стекла.</p> <p>2 Значения коэффициентов запаса, указанные в графах 3–5, приведены для разрядных источников света. При использовании ламп накаливания их следует умножать на 0,85.</p> <p>3 Значения коэффициентов запаса, указанные в графе 3, следует снижать при односменной работе по Ib, Ig – на 0,2; по Iv – на 0,1; при двухсменной работе – по Ib, Ig – на 0,15.</p>								

Значение коэффициента  $r_1$  при боковом освещении

Отношение $B/h_1$	Отношение $l/B$	Средневзвешенный коэффициент отражения поверхностей помещения $\rho_{ср}$								
		0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины								
		0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более
От 1 до 1,5	0	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1
	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2
От 1,5 до 2	0	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,8	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1
	0,7	2,45	2,15	1,7	2	1,7	1,4	1,55	1,4	1,25
	1	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5
От 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,2	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,4	1,35	1,25	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,6	2	1,75	1,45	1,6	1,45	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3
	0,8	3,6	3,1	2,1	2,35	2	1,55	1,9	1,7	1,4
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5
	1	7,2	5,4	4,3	3,6	3,7	2,4	2,6	2,2	1,7
Более 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,2	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	3,5	1,7	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,1	2,1	1,8	2	1,8	1,5
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,6	2	1,7
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1
	1	10	7,3	5,7	6	4,1	3,5	3,5	3	2,5

## Приложение 15

### Значение коэффициента $r_1$ при боковом двустороннем освещении

Отношение $B/h_1$	Отношение $l/B$	Средневзвешенный коэффициент отражения поверхностей помещения $\rho_{cp}$								
		0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины								
		0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
От 1 до 1,5	0	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,35	1,25	1,15	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	1	1,6	1,4	1,25	1,45	1,3	1,15	1,15	1,15	1,1
От 1,5 до 2	0	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,8	1,45	1,25	1,4	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1
	0,7	2,1	1,75	1,5	1,75	1,45	1,25	1,3	1,25	1,2
	1	2,35	2	1,6	1,9	1,6	1,5	1,5	1,35	1,2
От 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,2	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,4	1,35	1,2	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1
	0,5	1,5	1,4	1,25	1,3	1,2	1,15	1,2	1,1	1,1
	0,6	1,8	1,6	1,35	1,5	1,35	1,2	1,35	1,25	1,15
	0,7	2,25	1,9	1,45	1,7	1,5	1,25	1,5	1,4	1,2
	0,8	2,8	2,4	1,9	1,9	1,6	1,3	1,65	1,5	1,25
	0,9	3,65	2,9	2,6	2,2	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3
	1	4,45	3,35	2,65	2,4	2,1	1,6	2	1,7	1,4
Более 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,35	2	1,75	1,6	1,4	1,3	1,25	1,25	1,15
	0,5	3,25	2,8	2,4	1,9	1,7	1,45	1,65	1,5	1,4
	0,6	4,2	3,5	2,85	2,25	2	1,7	1,95	1,7	1,4
	0,7	5,1	4	3,2	2,55	2,3	1,85	2,1	1,8	1,5
	0,8	5,8	4,5	2,6	2,8	2,4	2,95	2,25	2	1,5
	0,9	6,2	4,9	3,8	3,4	2,8	2,3	2,45	2,1	1,7
	1	6,3	6	4	3,5	2,9	2,4	2,6	2,25	1,8

## Плотность материала ограждения

Материал конструкции	Плотность $S$ , кг/м <sup>2</sup>
Дерево (сосна)	550
Кирпич	1900
Бетон	2300
Железобетон	2400
Стекло	2600

Предельно-допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот и уровни звука постоянного шума, а также эквивалентная по энергии уровни звука непостоянного шума для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест с учетом условий тяжести и напряженности труда (извлечение из Санитарных норм, правил и гигиенические нормативов «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки» (постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16 ноября 2011 г. № 115))

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, обучение и воспитание, медицинская деятельность. Рабочие места проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, для приема пациентов в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории; рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, в лабораториях	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3. Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля; операторская работа по точному графику с инструкцией; диспетчерская работа. Рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону; машинописных бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на вычислительных машинах	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4. Работа, требующая сосредоточенности; работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами. Рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления, без речевой связи по телефону; в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5. Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий (за исключением работ перечисленных в пунктах 1...4 настоящей таблицы)	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Автобусы, троллейбусы, грузовые, легковые и специальные автомобили, а также грузопассажирские автомобили и другой автомобильный транспорт, предназначенный для перевозки пассажиров										
6. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала грузовых автомобилей	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала троллейбусов, а также грузопассажирских автомобилей и другого автомобильного транспорта, предназначенного для перевозки пассажиров	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70
Сельскохозяйственные машины и оборудование, строительно-дорожные, мелиоративные и др. аналогичные виды машин										
8. Рабочие места водителей и обслуживающего персонала тракторов, самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и др. аналогичных машин	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

## Приложение 18

Предельно допустимые максимальные уровни звука  
колеблющегося и прерывистого шума

Категория нормы шума	Максимальные уровни шума, дБА
I	70
II	80
III	90
IV	105

Поправки к октавным уровням звукового давления

Суммарная длительность шума за смену, ч	Поправка (дБ и дБА) при тональном или импульсном характере шума
От 4 до 8	-5
От 1 до 4	+1
От 1/4 до 1	-7
От 1/12 до 1/4	+13
менее 1/12	+19

Репозиторий БГАТУ

Величина критерия шумности вентиляторов

Тип и серия вентиляторов	Величина $L_k$ , дБ	
	на всасывание	на нагнетание
<b>Ц Е Н Т Р О Б Е Ж Н Ы Е</b>		
Ц 6-46	14,0	18,0
Ц 4-70; Ц 4-76	13,0	16,0
Ц 9-55; Ц 9-57	18,5	22,5
ЦП 7-40	18,0	23,0
ВД, ВДН	12,0 (40,0)	29,0 (48,0)
ВВД, ЦВ-18	25,0	23,0
ВРС	15,0	19,0
<b>О С Е В Ы Е</b>		
06-320	19,0	19,0
МС-4	21,0	21,0

## Приложение 21

### Геометрические размеры и требования к расположению санитарных приборов

Наименование	Значение, м
<b>Размеры в плане</b>	
<b>Кабины:</b>	
душевых (открытые), душевых со сквозным проходом, полудушей	0,9×0,9 (1,2×0,9)*
душевых (закрытые)	1,8×0,9 (1,8×1,8)
уборных	1,2×0,8 (1,8×1,65)
личной гигиены женщин	1,8×1,2 (1,8×2,6)
фотариев	0,9×0,7
Скамьи в гардеробных	0,3×0,8 (0,6×0,8)
Устройство питьевого водоснабжения	0,5×0,7
Отделения шкафов в гардеробных для уличной и домашней одежды	0,25×0,50 (0,4×0,51)
Отделения шкафов в гардеробных для специальной одежды и обуви (далее – спецодежды**):	
при обычном составе спецодежды	0,25×0,50
при расширенном составе спецодежды	0,33×0,50
при громоздкой спецодежде	0,40×0,50
<b>Размеры по высоте</b>	
Разделительные перегородки кабин душевых, полудушей и уборных:	
от пола до верха перегородки	1,80
от пола до низа перегородки	0,20
Отделения шкафов для хранения одежды	1,65
<b>Расстояние между осями санитарных приборов в ряду</b>	
Умывальники одиночные	0,65
Писсуары, ножные и ручные ванны	0,70
<b>Расстояние между осью крайнего санитарного прибора в ряду и стеной или перегородкой</b>	
Умывальники одиночные	0,45
Писсуары, ножные и ручные ванны	0,50
<b>Ширина проходов между рядами</b>	
Кабины душевые открытые, кабины уборных, писсуары, при количестве в ряду:	
до 6 включ.	1,5 (1,8)
св. 6	2,0 (2,4)
Кабины душевые закрытые, умывальники групповые	1,2 (1,8)
Умывальники одиночные, при количестве в ряду:	
до 6 включ.	1,8
св. 6	2,0
Кабины личной гигиены женщин, ручные и ножные ванны, кабины фотариев	2,0

Наименование	Значение, м
Шкафы гардеробных для хранения одежды со скамьями, при числе отделений в ряду:	
в тупиковом проходе:	
до 12 включ.	1,4 (2,4)
св. 12 до 24 включ.	2,0 (2,4)
в сквозном проходе:	
до 18 включ.	1,4 (2,4)
св. 18 до 36 включ.	2,0 (2,4)
Шкафы гардеробных для хранения одежды без скамей, при числе отделений в ряду:	
в тупиковом проходе:	
до 12 включ.	1,0 (1,8)
св. 12 до 24 включ.	1,4 (1,8)
и сквозном проходе:	
до 18 включ.	1,0 (1,8)
св. 18 до 36 включ.	1,4 (1,8)
Ширина проходов между стеной или перегородкой и рядами	
Кабины душевые открытые, при количестве в ряду:	
до 6 включ.	1,0 (1,8)
св. 6	1,5 (1,8)
Кабины душевые закрытые, умывальники групповые	1,0 (1,8)
Кабины уборных, писсуары, кабины личной гигиены женщин, кабины фотариев	1,3 (1,8)
Умывальники одиночные, при количестве в ряду:	
до 6 включ.	1.35 (1,8)
св. 6	1,5 (1,8)
Ручные и ножные ванны	1,2 (1,8)
Шкафы гардеробных для хранения одежды со скамьями. при числе отделений в ряду:	
в тупиковом проходе:	
до 12 включ.	1,0 (1,8)
св. 12 до 24 включ.	1,2 (1,8)
в сквозном проходе:	
до 18 включ.	1,0 (1,8)
св. 18 до 36 включ.	1,2 (1,8)
Шкафы гардеробных для хранения одежды без скамей	1,0 (1,8)

\* В скобках даны показатели для зданий, в которых используется труд инвалидов с нарушением опорно-двигательного аппарата.

\*\* К обычному составу спецодежды относятся: фартуки, халаты, куртки, легкие комбинезоны. К расширенному составу спецодежды относится спецодежда обычного состава, дополненная нательным бельем, носками, сапогами, средствами индивидуальной защиты. К громоздкой спецодежде относится спецодежда расширенного состава, дополненная утепленной одеждой и обувью (ватные куртки, полушубки, валенки и т. д.) или специальными комбинезонами.

Требования по проектированию санитарно-бытовых помещений

Группа производственных процессов	Санитарная характеристика производственных процессов	Расчетное число человек		Тип гардеробных, число отделений шкафа на 1 чел.	Специальные бытовые помещения и устройства
		на 1 душевую сетку	на 1 кран		
1	Производственные процессы с незначительными избытками явного тепла и пыли, вызывающие загрязнение веществами III и IV классов опасности: 1а только рук 1б тела и спецодежды 1в тела и спецодежды, удаляемое с применением специальных моющих средств	25	7	Общие, одно отделение Общие, два отделения Раздельные, по одному отделению в каждой из гардеробных	— — Стирка или химчистка спец-одежды
1а		15	10		
1б		5	20		
2	Производственные процессы, протекающие при значительных избытках явного тепла или выделений влаги, а также при неблагоприятных метеорологических условиях: 2а при избытках явного конвекционного тепла 2б при избытках явного лучистого тепла 2в связанные с воздействием влаги, вызывающей намокание спецодежды 2г при температуре воздуха до 10 °С, включая работы на открытом воздухе	7	20	Общие, два отделения То же Раздельные, по одному отделению в каждой из гардеробных То же	Помещения для охлаждения То же Сушка спецодежды Помещения для обогрева и сушки спец-одежды
2а		3	20		
2б		5	20		
2в		5	20		
2г					
3	Производственные процессы с резко выраженными вредными факторами, вызывающие загрязнение веществами I и II классов опасности, а также веществами, обладающими стойким запахом:				

Группа производственных процессов	Санитарная характеристика производственных процессов		Расчетное число человек		Тип гардеробных отделений шкафа на 1 чел.	Специальные бытовые помещения и устройства
			на 1 душевую сетку	на 1 кран		
3а	только рук	7	10	Общие, одно отделение Раздельные, по одному отделению в каждой из гардеробных	—	
3б	тела и спецодежды	3	10			
4	Производственные процессы, требующие особого режима по чистоте или стерильности при изготовлении продукции	В соответствии с ведомственными нормативными документами				
<p><i>Примечания</i></p> <p>1. В случаях, когда производственные процессы одной группы содержат санитарные характеристики другой группы, следует тип гардеробных, число душевых сеток и кранов умывальных предусматривать по группе с наивысшими требованиями, а состав специальных бытовых помещений и устройств принимать по суммарным требованиям.</p> <p>2. При производственных процессах группы 1а душевые и шкафы в гардеробных допускается не предусматривать.</p> <p>3. При производственных процессах групп 1б и 3а скамьи у шкафов в гардеробных допускается не предусматривать.</p> <p>4. При любых производственных процессах с выделением пыли или вредных веществ в гардеробных должны быть предусмотрены респираторные, рассчитанные на списочную численность работающих, пользующихся респираторами или противогазами, а также помещения и устройства для обеспыливания или обезвреживания спецодежды, рассчитанные на численность в наиболее многочисленной смене.</p> <p>5. Расчетное число душевых сеток в мобильных зданиях допускается уменьшать на 40 %.</p> <p>6. Расчетное число инвалидов с нарушением работы опорно-двигательного аппарата и слепых следует принимать 3 чел. на одну душевую сетку и 7 чел. на один кран независимо от групп производственных процессов.</p> <p>7. Санитарно-бытовые помещения при работах с радиоактивными и инфицирующими материалами, а также с веществами, опасными для человека при поступлении через кожу, следует проектировать в соответствии с ведомственными нормативными документами.</p> <p>8. Классы опасности веществ следует принимать по ГОСТ 12.1.005, вредные вещества — по ГОСТ 12.0.003.</p>						

Нормы площади помещений на одного человека и единицу оборудования

Помещения	Значение, м <sup>2</sup>
Площадь помещений на 1 чел. численности работающих в двух наиболее многочисленных смежных сменах	
Гардеробные уличной одежды	0,1
<b>Площадь помещений на 1 чел. численности работающих в наиболее многочисленной смене</b>	
Раздаточные спецодежды, включая площадь для посетителей	0,3
Кладовые для хранения чистой или загрязненной спецодежды:	
при обычном составе спецодежды	0,04
при расширенном составе спецодежды	0,06
при громоздкой спецодежде	0,08
Помещения дежурного персонала с местом для уборочного инвентаря	0,02
Места для чистки обуви, глажения одежды, бритья, сушки волос и маникюра	0,02/0,03
Помещения для сушки, обеспыливания или обезвреживания спецодежды	0,15
Помещения для стирки спецодежды, включая мытье специальной обуви и касок	0,3
Помещения для обогрева или охлаждения	0,1
Курительные при помещениях для отдыха в рабочее время или уборных	0,03/0,01
<b>Площадь помещений на 1 чел. списочной численности работающих, пользующихся соответствующими средствами защиты</b>	
Респираторные	0,15
Помещения централизованного склада спецодежды и средств индивидуальной защиты:	
для выдачи, включая кабины для примерки	0,02
для хранения	0,06
<b>Площадь помещений на единицу оборудования</b>	
Преддушевые	0,7 (1,0)
Тамбуры при уборных	0,4 (0,6)
Напольные чаши (унитазы) и писсуары уборных:	
в производственных зданиях	18/12
в административных зданиях	45/30
при гардеробных, столовых, залах совещаний	100/60
Умывальники и электрополотенца в тамбурах уборных:	
в производственных зданиях	72/48
в административных зданиях	40/27
Устройства питьевого водоснабжения в зависимости от групп производственных процессов:	
1а, 1б, 1в, 2в, 2г, 3а, 3б,4	200
2б, 2в	100
Полудуши	15

*Примечания.*

1. Площадь гардеробных уличной одежды при самообслуживании следует увеличивать на 25 %.
2. В числителе даны показатели для мужчин, в знаменателе – для женщин.
3. При числе работающих в наиболее многочисленную смену на единицу оборудования менее расчетного следует принимать одну единицу оборудования.

**Форма личной карточки учета средств индивидуальной защиты**

*Лицевая сторона личной карточки*

Организация (предприятие) \_\_\_\_\_

**Личная карточка №  
учета средств индивидуальной защиты**

Сведения о работнике

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя \_\_\_\_\_ Отчество \_\_\_\_\_

Табельный номер \_\_\_\_\_

Структурное подразделение \_\_\_\_\_

Профессия (должность) \_\_\_\_\_

Код профессии (должности) по ОКРБ 006-96 \_\_\_\_\_

Дата поступления на работу \_\_\_\_\_

Дата изменения профессии (должности) \_\_\_\_\_

Пол \_\_\_\_\_

Рост \_\_\_\_\_

Размер: \_\_\_\_\_

одежды \_\_\_\_\_

обуви \_\_\_\_\_

головного убора \_\_\_\_\_

противогаза \_\_\_\_\_

респиратора \_\_\_\_\_

рукавиц \_\_\_\_\_

перчаток \_\_\_\_\_

Предусмотрено по утвержденным нормам

Наименование средств индивидуальной защиты	Пункт норм	Единица измерения	Количество	Срок носки
1	2	3	4	5

Главный бухгалтер (бухгалтер)

Согласовано:

специалист отдела кадров

руководитель структурного подразделения

специалист по охране труда

ответственное лицо за выдачу средств индивидуальной защиты

Ознакомлен: работник

*Оборотная сторона личной карточки*

Наименование средств индивидуальной защиты	Классификация (маркировка) средств индивидуальной защиты по защитным свойствам	Выдано				
		дата	количество	степень годности, %	стоимость	расписка в получении
1	2	3	4	5	6	7

Возвращено					
дата	количество	% годности	стоимость	расписка сдавшего	расписка кладовщика в приемке
8	9	10	11	12	13

Приложение 25

Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам, занятым в сельском хозяйстве, рыболовстве, рыбоводстве (извлечение из типовых отраслевых норм, постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 1 июля 2010 г. № 89)

№ п/п	Код профессии, должности по общегосударственному классификатору Республики Беларусь ОКРБ 006-2009 «Профессии рабочих и должности служащих»	Наименование профессии, должности	Наименование средств индивидуальной защиты	Классификация (маркировка) средств индивидуальной защиты по защитным свойствам или конструктивным особенностям	Срок носки в месяцах
1		3	4	5	6
1	10014	Автоклавщик	Халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	12
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Сапоги резиновые (сапоги поливинилхлоридные (далее - ПВХ)	В	12
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			Фартук ПВХ с нагрудником	Вн	До износа
			Очки защитные	ЗН	До износа
2	10360	Аппаратчик мукомольного производства	Костюм из пыленепроницаемой ткани	Пм	12
			Головной убор из пыленепроницаемой ткани		До износа
			Ботинки кожаные пылезащитные	Пн	12

1	2	3	4	5	6
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			Очки защитные	ЗП	До износа
			Респиратор		До износа
3	11442	Водитель автомобиля	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	12
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Ботинки кожаные	Ми	12
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			При работе на ветеринарных спец-машинах, костюм для защиты от вредных биологических факторов	Бм	12
			фартук прорезиненный с НШ рудником	Бм	12
			ботинки кожаные	Ми	12
			перчатки резиновые	Бм	До износа
			На мелиоративных работах: костюм для защиты от воды и растворов нетоксичных веществ	Бу	12
			головной убор для защиты от воды и растворов нетоксичных веществ		До износа
			сапоги резиновые	В	12
			рукавицы комбинированные	Ми	До износа

1	2	3	4	5	6
			При работе в фумигационном отряде: костюм для защиты от токсичных веществ	Яж Яа Ят	12
			головной убор для защиты от токсичных веществ		До износа
			белье нательное (2 комплекта)		12
			сапоги кожаные (полусапоги кожаные)	Ят	12
			сапоги резиновые	ЯжЯа	12
			бахилы ПВХ	ЯжЯаЯт	До износа
			рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			перчатки резиновые	ЯжЯаЯт	До износа
			фартук ПВХ с нагрудником	ЯжЯаЯт	До износа
			нарукавники ПВХ	ЯжЯаЯт	До износа
			очки защитные	Г	До износа
			респиратор (противогаз)		До износа
			плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный
			В холодный период года дополнительно: костюм для защиты от пониженных температур	Тн	36
			сапоги кирзовые утепленные	ТнЗО	24
			рукавицы утепленные	Тн	До износа
4	11476	Возчик	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	12

1	2	3	4	5	6
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Ботинки кожаные (сапоги кирзовые)	Ми	12
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			При подвозе жидких кормов дополнительно: полусапоги резиновые (полусапоги ПВХ)	ВК20Щ20	12
			перчатки резиновые	Вн	До износа
			фартук ПВХ с нагрудником	Вн	До износа
			В холодный период года дополнительно: костюм для защиты от пониженных температур и ветра	Тнв	36
			сапоги кирзовые утепленные	Тн	24
			рукавицы утепленные	Тн	До износа
			В остальное время года дополнительно: плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный
			сапоги резиновые формовые	В	24
5	11663	Гидромониторщик	При выполнении мелиоративных работ: костюм для защиты от воды и растворов нетоксичных веществ	Ву	12
			головной убор для защиты от воды и растворов нетоксичных веществ		До износа

1	2	3	4	5	6
			сапоги резиновые	В	12
			рукавицы брезентовые	Вн	До износа
			В холодный период года на наружных работах дополнительно: костюм для защиты от пониженных температур и для защиты от воды и растворов нетоксичных веществ	ТнВн	36
			сапоги валяные с резиновым низом	Тн20	24
6	11895	Дояр	Халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	12
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Полусапоги резиновые (полусапоги ПВХ)	ВК20Щ20	12
			Жилет для защиты от пониженных температур	Тн	24
			При занятости на наружных работах дополнительно: куртка для защиты от пониженных температур	Тн	36

1	2	3	4	5	6
			В остальное время года дополнительно: плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный
7	11949	Животновод	Костюм для защитный от общих производственных загрязнений и механических воздействий (халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий)	ЗМи	12
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Ботинки кожаные	Ми	12
			Полусапоги резиновые (полусапоги ПВХ)	ВК20Щ20	12
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			При пастьбе скота дополнительно: сапоги кирзовые	Ми	12
			плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный
			В холодный период года дополнительно: костюм для защиты от пониженных температур	Тн	36
			сапоги кирзовые утепленные	Тн20	24
			рукавицы утепленные	Тн	До износа

1	2	3	4	5	6
8	11951	Животновод по уходу за рабочими животными	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий (халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий)	ЗМи	12
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Полусапоги резиновые (полусапоги ПВХ)	ВК20Щ20	12
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			Фартук прорезиненный с нагрудником	Вн	До износа
			Нарукавники прорезиненные	Вн	До износа
			В холодный период года дополнительно: костюм для защиты от пониженных температур	Тн	36
			сапоги кирзовые утепленные	Тн20	24
			рукавицы утепленные	Тн	До износа
			В остальное время года дополнительно: плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный

1	2	3	4	5	6
9	12261	Зверовод	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий (халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий)	ЗМи	12
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Сапоги резиновые формовые	В	12
			Рукавицы кожаные (перчатки кожаные)	Мп	До износа
			Фартук прорезиненный с нагрудником	Вн	До износа
			Нарукавники прорезиненные	Вн	До износа
			В холодный период года дополнительно: костюм для защиты от пониженных температур	Тн	36
			сапоги валяные с резиновым низом	Тн20	24
			рукавицы утепленные	Тн	До износа
			В остальное время года дополнительно: плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный

1	2	3	4	5	6
10	13108	Конюх	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	12
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Сапоги кирзовые	Ми	12
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			Нарукавники прорезиненные	Вн	До износа
			Фартук прорезиненный с нагрудником	Вн	До износа
			В холодный период года дополнительно: костюм для защиты от пониженных температур	Тн	36
			сапоги кирзовые утепленные	Тн20	24
			рукавицы утепленные	Тн	До износа
			В остальное время года дополнительно: плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный
			сапоги резиновые формовые	В	24
11	13471	Мастер-наладчик по техническому обслуживанию машинно-тракторного парка	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	12
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа

## Продолжение приложения 25

1	2	3	4	5	6
			Ботинки кожаные	Ми	12
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			В холодный период года на наружных работах дополнительно: костюм для защиты от пониженных температур	Тн	36
			сапоги кирзовые утепленные	Тн20	24
			В остальное время года дополнительно: плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный
			сапоги резиновые формовые	В	24
12	15415	Овощевод	При выращивании овощных культур в открытом грунте: костюм из пыленепроницаемой ткани	Пм	12
			головной убор из пыленепроницаемой ткани		До износа
			ботинки кожаные пылезащитные	Пн	12
			сапоги резиновые формовые с утепленным вставным чулком	В	24
			перчатки трикотажные (рукавицы комбинированные)	Ми	До износа
			перчатки резиновые	Вн	До износа
			куртка для защиты от пониженных температур и ветра	Тнв	36

1	2	3	4	5	6
			В остальное время года дополнительно: плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	36
			При выращивании овощных культур в закрытом грунте: халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	12
			головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			ботинки кожаные	Ми	12
			сапоги резиновые (сапоги ПВХ или галоши ПВХ садовые)	В	24
			перчатки трикотажные (рукавицы комбинированные)	Ми	До износа
			сапоги кожаные утепленные	Тн20	24
			рукавицы утепленные	Тн	До износа
			В остальное время года дополнительно: плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный
			сапоги резиновые формовые	В	24
13	15234	Обмолотчик	Костюм из пыленепроницаемой ткани	Пм	12
			Головной убор из пыленепроницаемой ткани		До износа

## Продолжение приложения 25

1	2	3	4	5	6
			Ботинки кожаные пылезащитные	Пн	12
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			Очки защитные	ЗП	До износа
			Респиратор		До износа
			В холодный период года дополнительно: костюм для защиты от пониженных температур	Тн	36
			сапоги валяные с резиновым низом	Тн20	24
14	15586	Оператор животноводческих комплексов и механизированных ферм	Костюм для защиты от воды и растворов нетоксичных веществ	ЗМиВу	6
			Головной убор для защиты от воды и растворов нетоксичных веществ		До износа
			Жилет для защиты от пониженных температур	Тн	24
			Полусапоги резиновые (полусапоги ПВХ)	ВК20Щ20	12
	15699	Оператор машинного доения	Халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	6
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа

## Продолжение приложения 25

1	2	3	4	5	6
			Жилет для защиты от пониженных температур	Тн	24
			Полусапоги резиновые (полусапоги ПВХ)	ВК20Щ20	12
			В остальное время года дополнительно: плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный
15	15808	Оператор по ветеринарной обработке животных	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	12
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Ботинки кожаные	Ми	12
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа
16	15946	Оператор птицефабрик и механизированных ферм	Халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	1Л
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Жилет для защиты от пониженных температур	Тн	24
			Ботинки кожаные или полусапоги резиновые	Ми ВК20Щ20	12
			Перчатки трикотажные	ЗМи	До износа

1	2	3	4	5	6
17	16017	Оператор свиноводческих комплексов и механизированных ферм	Костюм для защиты от воды и растворов нетоксичных веществ	ЗМиВу	6
			Головной убор для защиты от воды и растворов нетоксичных веществ		До износа
			Жилет для защиты от пониженных температур	Тн	24
			Полусапоги резиновые (полусапоги ПВХ)	ВК20Щ20	12
			Фартук прорезиненный с нагрудником	Вн	До износа
18	16064	Оператор сушильных установок	Костюм из пыленепроницаемой ткани	Пм	12
			Головной убор из пыленепроницаемой ткани		До износа
			Ботинки кожаные	Ми	12
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			Очки защитные	ЗП	До износа
			Респиратор		До износа

1	2	3	4	5	6
			В холодный период года на наружных работах и при работе в неотапливаемых помещениях дополнительно: костюм для защиты от пониженных температур	Тн	36
			сапоги валяные с резиновым низом	Тн20	24
19	16163	Оператор цехов по приготовлению кормов	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	12
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Жилет для защиты от пониженных температур	Тн	24
			Ботинки кожаные	Ми	12
			Наушники противозумные (вкладыши противозумные)		До износа
			В холодный период года на наружных работах и при работе в неотапливаемых помещениях дополнительно: костюм для защиты от пониженных температур	Тн	36
			сапоги кожаные утепленные	Тн20	24

1	2	3	4	5	6
20	16771	Подсобный рабочий	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	12
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Ботинки кожаные	Ми	24
			Сапоги резиновые (сапоги ПВХ)	В	12
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			При работе со смазочными материалами дополнительно: перчатки маслобензостойкие	НсНм	До износа
			фартук виниловый с нагрудником	Нм	До износа
			При работе с агрохимикатами (удобрениями, кормовыми добавками, химическими мелиорантами): костюм из пыленепроницаемой ткани	Пн	12
			головкой убор из пыленепроницаемой ткани		До износа
			ботинки кожаные пылезащитные	Пн	12
			рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			очки защитные	Г	До износа
			респиратор		До износа

1	2	3	4	5	6
			При работе с пестицидами: костюм для защиты от токсичных веществ	ЯжЯаЯт	12
			головной убор для защиты от ток- сичных веществ		До износа
			белье нательное (2 комплекта)		12
			сапоги кожаные (полусапоги ко- жаные)	Ят	12
			сапоги резиновые	ЯжЯа	12
			бахилы ПВХ	ЯжЯаЯт	До износа
			рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			перчатки резиновые	ЯжЯаЯт	До износа
			фартук ПВХ с нагрудником	ЯжЯаЯт	До износа
			нарукавники ПВХ	ЯжЯаЯт	До износа
			очки защитные	Г	До износа
			респиратор (противогаз)		До износа
			При ручной косьбе в заболочен- ных местах: костюм для защиты от воды и рас- творов нетоксичных веществ	Бу	12
			сапоги рыбацкие	В	12
			рукавицы комоинированные	Ми	До износа
			очки защитные	ЗН(Г)	До износа

1	2	3	4	5	6
			На мелиоративных работах: костюм для защиты от воды и рас- творов нетоксичных веществ	Ву	12
			сапоги резиновые	В	12
			рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			перчатки резиновые	Вн	До износа
			плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный
			При обслуживании искусственных сооружений, укладке дренажных труб дополнительно: костюм прорезиненный (костюм ПВХ)	Вн	24
			головной уоор непромокаемый		До износа
			сапоги рыбацкие	В	24
			В холодный период года дополни- тельно: костюм для защиты от по- ниженных температур	Тн	36
			сапоги валяные с резиновым низом	Тн20	24
			В остальное время года дополни- тельно: плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный
21	16786	Полевод	Костюм из пыленепроницаемой ткани	Пм	12
			Головной убор из пыленепрони- цаемой ткани		До износа

## Продолжение приложения 25

1	2	3	4	5	6
			Ботинки кожаные пылезащитные	Пн	12
			Сапоги резиновые формовые с утепленным вставным чулком	В	24
			Перчатки трикотажные (рукавицы комбинированные)	Ми	До износа
			Перчатки резиновые	Вн	До износа
			Куртка для защиты от пониженных температур и ветра	Тнв	36
			При работе с агрохимикатами дополнительно: очки защитные	Г	До износа
			респиратор		До износа
			При работе с пестицидами дополнительно: фартук ПВХ с нагрудником	ЯжЯаЯт	До износа
			бахилы ПВХ	ЯжЯаЯт	До износа
			перчатки резиновые	ЯжЯаЯт	До износа
			нарукавники ПВХ	ЯжЯаЯт	До износа
			очки защитные	Г	До износа
			респиратор (противогаз)		До износа
			В холодный период года дополнительно: брюки для защиты от пониженных температур	Тн	36
			В остальное время года дополнительно: плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный

1	2	3	4	5	6
22	17503	Птицевод	Халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	12
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Жилет для защиты от пониженных температур	Тн	24
			Ботинки кожаные или полусапоги резиновые	Ми В	12 12
			Перчатки трикотажные	Ми	До износа
			В холодный период года на наружных работах дополнительно: костюм для защиты от пониженных температур	Тн	36
			сапоги валяные с резиновым низом	Тн20	24
			рукавицы утепленные	Тн	До износа
			В остальное время года дополнительно: плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный
23	18372	Свиновод	Халат для защиты от воды и растворов нетоксичных веществ	Ву	12

## Продолжение приложения 25

1	2	3	4	5	6
			Головной убор для защиты от растворов нетоксичных веществ		До износа
			Полусапоги резиновые (полусапоги ПВХ)	ВК20Щ20	12
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			Жилет для защиты от пониженных температур	Тн	24
			Фартук прорезиненный с нагрудником	Вн	До износа
			В холодный период года на наружных работах дополнительно:		36
			костюм для защиты от пониженных температур	Тн	
			сапоги кирзовые утепленные	Тн20	24
			рукавицы утепленные	Тн	До износа
			В остальное время года дополнительно:		
			плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный
24	18545	Слесарь по ремонту сельскохозяйственных машин и оборудования	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	12
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Ботинки кожаные	Ми	12
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа

## Продолжение приложения 25

1	2	3	4	5	6
			Очки защитные	ЗП	До износа
			Респиратор		До износа
			При мойке сельскохозяйственных машин, механизмов, оборудования и их деталей: костюм для защиты от механических воздействий, воды, щелочей	МиБуЩ20	12
			головной убор для защиты от воды, щелочей		До износа
			сапоги резиновые	ВК20Щ20	12
			перчатки резиновые	ВнК20Щ20	До износа
			фартук прорезиненный с нагрудником	ВнК20Щ20	До износа
			нарукавники прорезиненные	ВнК20Щ20	До износа
			очки защитные	ЗН(Г)	До износа
			респиратор		До износа
			В холодный период года дополнительно: костюм для защиты от пониженных температур	Тн	36
			сапоги валяные с резиновым низом	Тн20	24
			сапоги валяные с резиновым низом	Тн20	24
25	19205	Тракторист-машинист сельскохозяйственного производства	Костюм из пыленепроницаемой ткани	Пн	12

## Продолжение приложения 25

1	2	3	4	5	6
			Головной убор из пыленепроницаемой ткани		До износа
			Ботинки кожаные пылезащитные	Пн	12
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			Очки защитные	ЗП	До износа
			При работе на дождевальными поливочными машинами дополнительно: костюм прорезиненный (костюм ПВХ)	Вн	24
			головной убор непромокаемый		До износа
			сапоги резиновые (сапоги ПВХ)	В	24
			респиратор		До износа
			плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный
			При выполнении работ по поливу сельскохозяйственных культур дополнительно: костюм для защиты от воды и растворов нетоксичных веществ	Вв	24
			сапоги резиновые (сапоги ПВХ)	В	24
			При работе с агрохимикатами (удобрениями, кормовыми добавками, химическими мелиорантами) дополнительно: очки защитные	Г	До износа
			респиратор		До износа

1	2	3	4	5	6
			При работе с пестицидами (внесение в почву протравленных семян, обработка посевов и тому подобное): костюм для защиты от токсичных веществ	ЯжЯаЯт	12
			головной убор для защиты от токсичных веществ		До износа
			белье нательное (2 комплекта)		12
			сапоги кожаные (полусапоги кожаные)	Ят	12
			сапоги резиновые	ЯжЯа	12
			бахилы ПВХ	ЯжЯаЯт	До износа
			фартук ПВХ с нагрудником	ЯжЯаЯт	До износа
			нарукавники ПВХ	ЯжЯаЯт	До износа
			очки защитные	Г	До износа
			респиратор (противогаз)		До износа
			На мелиоративных работах: костюм для защиты от воды и растворов нетоксичных веществ	Бу	12
			головной убор для защиты от воды и растворов нетоксичных веществ		До износа
			сапоги резиновые	В	12
			сапоги рыбацкие	В	24
			рукавицы комбинированные	Ми	До износа

1	2	3	4	5	6
			В холодный период года дополнительно: костюм для защиты от пониженных температур	Тн	36
			сапоги валяные с резиновым низом	Тн20	24
26	19861	Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	12
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Ботинки кожаные или тапочки кожаные чупяки	Ми 3	12
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			Галоши диэлектрические	Эн	Дежурные
			Перчатки диэлектрические	Эн	Дежурные
			При ремонте машин, оборудования, специальной аппаратуры и емкостей, используемых для обработки растений, животных и сельскохозяйственной продукции пестицидами: костюм для защиты от токсичных веществ	ЯжЯаЯт	12
			головной убор для защиты от токсичных веществ		До износа
			белье нательное (2 комплекта)		12

## Продолжение приложения 25

1	2	3	4	5	6
			сапоги кожаные (полусапоги кожаные)	Ят	12
			сапоги резиновые	ЯжЯа	12
			бахилы ПВХ	ЯжЯаЯт	До износ;
			рукавицы комбинированные	Ми	До износ;
			перчатки резиновые	ЯжЯаЯт	До износ;
			фартук ПВХ с нагрудником	ЯжЯаЯт	До износ;
			нарукавники ПВХ	ЯжЯаЯт	До износ;
			галоши диэлектрические	Эн	Дежурны
			перчатки диэлектрические	Эн	Дежурны
			очки защитные	Г	До износ.
			респиратор (противогаз)		До износ.
			В холодный период года дополнительно: костюм для защиты от пониженных температур	Тн	36
			сапоги валяные с резиновым низом	Тн	24
27	20040	Агроном	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	18
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Ботинки кожаные (сапоги кирзовые)	Ми	18
			Сапоги резиновые (сапоги ПВХ)	В	18
			Куртка для защиты от пониженных температур и ветра	Тнв	36

1	2	3	4	5	6
			В остальное время года дополнительно: плащ непромокаемый с капюшоном	Вн	Дежурный
28	22456	Инженер по эксплуатации машинно-тракторного парка	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	ЗМи	12
			Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений		До износа
			Ботинки кожаные	Ми	12
			Рукавицы комбинированные	Ми	До износа
			В холодный период года дополнительно: куртка для защиты от пониженных температур	Тн	36
			сапоги кирзовые утепленные	Тн20	24

ДЛЯ ЗАМЕТОК

РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ

Учебное издание

# ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

*Практикум*

Составители:

**Ткачева** Людмила Тимофеевна,  
**Бренч** Марина Валерьевна,  
**Корчик** Светлана Александровна

Ответственный за выпуск *В. Г. Андруш*  
Редактор *Н. А. Антипович*  
Компьютерная верстка *А. И. Стебули*

Подписано в печать 15.03.2012 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Усл. печ. л. 25,57. Уч.-изд. л. 10,0. Тираж 100 экз. Заказ 275.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный аграрный технический университет»  
ЛИ № 02330/0552984 от 14.04.2010.  
ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.  
Пр. Независимости, 99–2, 220023, Минск.