

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Машины и технология литейного производства»

О. В. Герасимова

ОХРАНА ТРУДА

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
для студентов специальности 1-36 02 01
«Машины и технология литейного производства»
дневной и заочной форм обучения**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2010

УДК 669:658.382(075.8)
ББК 34.3я73
Г37

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 3 от 23.06.2009 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Технология машиностроения»
ГГТУ им. П. О. Сухого *Г. В. Петришин*

Герасимова, О. В.

Г37 Охрана труда : лаборатор. практикум для студентов специальности 1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства» днев. и заоч. форм обучения / О. В. Герасимова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 65 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-931-9.

Рассмотрены специфические вопросы оценки промышленной санитарии применительно к специальности «Машины и технология литейного производства». Приведены методики оценки запыленности и загазованности рабочей зоны литейных цехов. Даны рекомендации по выбору мероприятий и средств для уменьшения вредного воздействия шума и вибрации на производстве.

Для студентов специальности 1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства» дневной и заочной форм обучения

УДК 669:658.382(075.8)
ББК 34.3я73

ISBN 978-985-420-931-9

© Герасимова О. В., 2010
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2010

Лабораторная работа № 1

Исследования метеорологических условий рабочей зоны производственных помещений

Цель работы: освоить методику измерения параметров микроклимата; приобрести навыки оценки метеоусловий.

Теоретическая часть

Самочувствие и работоспособность человека зависят от метеорологических условий (микроклимата) производственной среды. ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 9–80 РБ 98 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата воздуха рабочей зоны.

Рабочая зона производственных помещений – это пространство, в котором выполняются работы с входящим в него оборудованием, пространство, высотой до 2 м над уровнем пола. Постоянным считается рабочее место, на котором работающий находится более 50 % рабочего времени за смену или более 2 ч непрерывно. Это пространство должно характеризоваться определенным микроклиматом, обеспечивающим безопасную трудовую деятельность и здоровые благоприятные условия работы.

Показателями, характеризующими микроклимат в рабочей зоне, являются температура воздуха T , °С; относительная влажность воздуха φ , %; скорость движения воздуха F , м/с; интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей оборудования, изделий и открытых источников J , Вт/м; атмосферное давление P , Па.

Температура воздуха оказывает большое влияние на самочувствие человека: при высокой температуре воздуха в производственных помещениях при сохранении других параметров происходит быстрая утомляемость работающего и перегрев организма, это ведет к снижению внимания, вялости и может оказаться причиной возникновения несчастных случаев; при низкой температуре могут возникать местное и общее охлаждение организма и стать причиной ряда простудных заболеваний.

При определении влажности воздуха приняты следующие понятия. *Максимальная влажность* характеризуется максимальным количеством влаги, которое может находиться в воздухе при определен-

ной температуре. *Абсолютная влажность* – фактическим количеством влаги, находящимся в воздухе при определенной температуре. *Относительная влажность* – отношением в процентах фактического количества влаги к максимальной влажности при данных температурных условиях. Относительная влажность принята как показатель в санитарных нормах.

Источниками избыточного влаговыделения могут быть производственные процессы, а также организм работающего. Количество выделяемой влаги находится в зависимости от характера выполняемой работы и температуры в помещении. Оптимальной является относительная влажность 40–60 %.

При избыточном насыщении воздуха водяными парами затрудняется испарение влаги с поверхности кожи и легких, что может резко ухудшить состояние и снизить работоспособность человека. При понижении относительной влажности до 20 % у человека возникает неприятное ощущение сухости слизистых оболочек верхних дыхательных путей.

Санитарными нормами установлена допустимая относительная влажность воздуха во взаимозависимости с его температурой и скоростью движения.

Организм человека начинает ощущать воздушные потоки при скорости 0,15 м/с. В зимнее время года скорость воздуха не должна превышать 0,2–0,5 м/с, а летом – 0,2–1,0 м/с (в помещении). Если воздушные потоки имеют температуру до 36 °С, организм человека ощущает освежающее действие, а при температуре свыше 40 °С они действуют угнетающе.

Все параметры микроклимата действуют на организм человека взаимосвязано.

Организм человека обладает механизмом терморегуляции, т. е. способен поддерживать температуру тела на постоянном уровне при изменении параметров микроклимата и при выполнении различной по тяжести работы. Однако, если уравнение теплового баланса длительное время не соблюдается, то наступает расстройство механизма терморегуляции, что приводит к тепловому истощению (слабость, тошнота, вялость), тепловым судорогам или тепловому удару.

Сердечно-сосудистая система при действии высоких температур испытывает большое напряжение: изменяются состав и свойства крови (повышается вязкость, содержание гемоглобина и эритроцитов), что связано с нарушением водного обмена, сгущением и перераспределением крови (усиливается кровоснабжение кожи и подкожной

клетчатки), влиянием повышенной температуры на сердечную мышцу и тонус сосудов. Отрицательное влияние на центральную нервную систему проявляется в ослаблении внимания, замедлении реакций, ухудшении координации движений, что может быть причиной снижения производительности труда и роста травматизма.

Меры первой помощи сводятся в основном к предоставлению заболевшему условий, способствующих восстановлению теплового баланса: покой, прохладные души, ванны.

На процессы теплообмена человек–окружающая среда влияют энерговыделения человеческого тела при совершении работ. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Оптимальные и допустимые величины микроклимата устанавливаются ГОСТом 12.1.005–88 с учетом периода (сезона) года, категории выполняемых работ по тяжести и времени выполнения работы (является рабочее место постоянным или нет).

Оптимальные микроклиматические условия – это такое сочетание показателей микроклимата, которое обеспечивает человеку ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены без нарушения механизмов терморегуляции и не вызывает отклонений в здоровье.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают нарушений здоровья, но могут приводить к ощущениям теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать там, где работа связана с нервно-эмоциональным напряжением (рабочие места операторов в кабинах, на пультах управления технологическими процессами и т. п.). Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в тех случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам оптимальные величины не могут быть обеспечены. Если в производственном помещении из-за особенностей технологического процесса невозможно поддерживать и допустимые величины показателей микроклимата, то метеорологические условия рабочей зоны рассматриваются как вредные и опасные. Оптимальные и допустимые величины температуры, относительной влажности и скорости

движения воздуха для рабочей зоны производственных помещений приведены в табл. П.1.1.

Периоды года условно разделены на холодный (со среднесуточной температурой наружного воздуха менее +10 °С) и теплый (со среднесуточной температурой наружного воздуха более +10 °С).

Разграничение работ по категориям тяжести осуществляется по уровню (интенсивности) общих энергозатрат организма в процессе труда:

– категория I – *легкие физические работы* – виды деятельности с энергозатратами до 150 ккал/ч. К категории Ia относятся работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (энергозатраты до 120 ккал/ч). К категории Ib – работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и некоторым физическим напряжением (энергозатраты 121–150 ккал/ч);

– категории II – *физические работы средней тяжести* – виды деятельности с расходом энергии 151–250 ккал/ч. К категории IIa относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (энергозатраты 151–200 ккал/ч). К категории IIб – работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и умеренным физическим напряжением (энергозатраты 201–250 ккал/ч);

– категория III – *тяжелые физические работы* – работы, связанные с постоянным передвижением, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (энергозатраты более 250 ккал/ч).

Мероприятия по поддержанию микроклимата подразделяются на организационные, технические и лечебно-профилактические.

Приборы и оборудование

Для измерения температуры и влажности в работе используется психрометр аспирационный МВ-4М (рис. 1.1).

Психрометр предназначен для определения относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 до 100 % при температурах от –10 до 40 °С и температуры воздуха от –31 до 51 °С в наземных условиях.

Принцип работы психрометра основан на разности показаний сухого и смоченного термометров в зависимости от влажности окружающего воздуха.

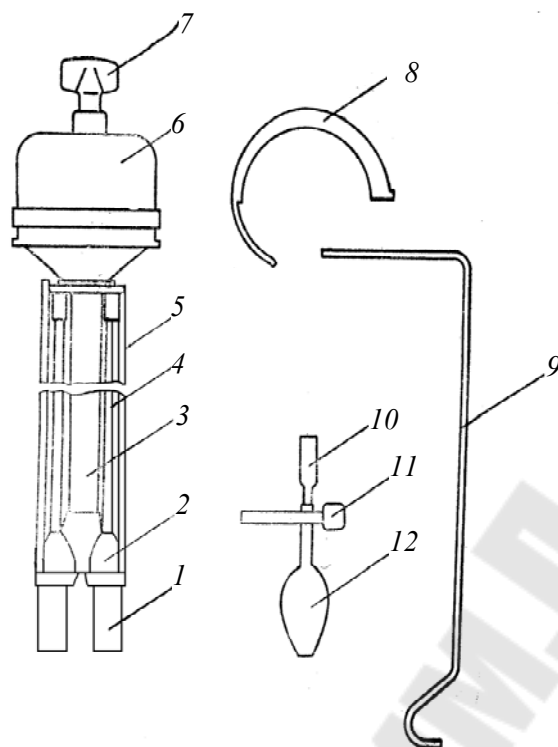


Рис. 1.1. Психрометр аспирационный:

1 – трубки защиты; 2 – аспирационная чаша; 3 – трубки воздухопроводные; 4 – термометры ртутные; 5 – термозащита; 6 – вентилятор; 7 – держатель; 8 – крюк; 9 – шток; 10 – пипетка; 11 – прищепка; 12 – груша

Психрометр состоит из двух одинаковых ртутных термометров 4, закрепленных в термодержателе, который состоит из трубок защиты 1, аспирационной чашки 2, воздухопроводной трубки 3 и термозащиты 5.

Психрометр работает следующим образом. Вращением вентилятора в психрометр всасывается воздух, который, обтекая резервуары термометров, выбрасывается наружу. Сухой термометр будет показывать температуру обтекающего его воздушного потока, а показания смоченного термометра будут меньше, т. к. он будет охлаждаться вследствие испарения воды с поверхности ткани.

Влажность воздуха определяется по показаниям сухого и мокрого термометра по специальным психометрическим таблицам или графикам, а температура воздуха – по показаниям сухого термометра.

Для измерения скорости движения воздуха более 0,5 м/с применяются анемометры: чашечные (рис. 1.2) и крыльчатые (рис. 1.3). У анемометров всех типов под действием потока воздуха приводится во вращение приемная часть, скорость вращения которой пропорциональна скорости потока.

В чашечном анемометре приемной частью служит крестовина с четырьмя полушарами, в крыльчатом – крыльчатка, насаженная на трубчатую ось. Счетный механизм имеет три стрелки, а его циферблат – соответственно три шкалы: единиц, сотен, тысяч. Диапазон измерения чашечного анемометра – 2–20 м/с, крыльчатого – 0,5–10 м/с.

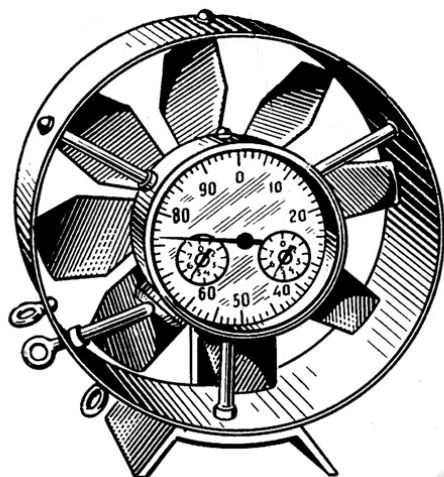


Рис. 1.2. Анемометр крыльчатый

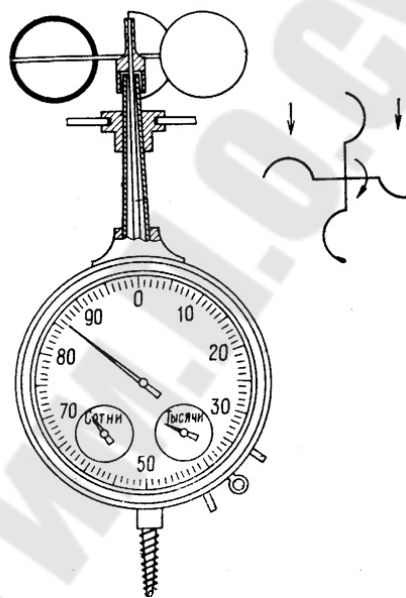


Рис. 1.3. Анемометр чашечный

Практическая часть

Порядок проведения замеров.

1. Перед измерениями необходимо в правый (мокрый) термометр психрометра установить батист, затем с помощью специальной пипетки увлажнить ткань дистиллированной водой. Психрометр установить вертикально. Включить прибор в розетку, отсчет по термометрам производится на четвертой минуте после пуска вентилятора.

2. Измерить температуру в помещении по сухому и по влажному термометру психрометра, результаты записать в табл. 1.1.

3. Определить относительную влажность в помещении по психометрическому графику и результаты записать в табл. 1.1.

4. При ощущаемом движении воздушных масс используется чашечный анемометр, при небольшом движении – крыльчатый. Анемометр располагают так, чтобы ось вертушки располагалась параллельно направлению ветра. С помощью пускового рычажка включают счетчик. Измерение продолжается 30–60 с. Разность между конечным и начальным показаниями счетчика делится на продолжительность

измерения, получается число оборотов анемометра в секунду, по прилагаемой к анемометру таблице либо диаграмме определяют скорость воздуха. Результаты записать в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Результаты экспериментов

Наименование параметра микроклимата	Фактические показания	Нормированные величины	
		оптимальные	допустимые
Температура, °С: – по сухому термометру психрометра			
– по влажному термометру психрометра			
Относительная влажность, %			
Скорость движения воздуха, м/с			

Структура работы

1. Теоретическая часть.
2. Описание приборов и оборудования.
3. Оформление результатов.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Понятие микроклимата.
2. Что понимается под рабочей зоной производственных помещений?
3. Постоянное рабочее место.
4. Как влияет повышенная/пониженная температура воздуха на самочувствие человека.
5. Как влияет повышенная/пониженная влажность воздуха на самочувствие человека.
6. Как влияет повышенная/пониженная скорость воздуха на самочувствие человека.
7. Оптимальные микроклиматические условия.
8. Допустимые микроклиматические условия.
9. Нормирование микроклимата.
10. Психрометры, принцип действия и назначение.
11. Анемометры, принцип действия и назначение.

Лабораторная работа № 2

Исследование запыленности и загазованности воздушной среды производственных помещений

Цель работы: ознакомиться с современными методами и приборами определения содержания пыли и газов в воздухе; приобрести навыки оценки качества воздушной среды на производстве.

Теоретическая часть

Производственные условия характеризуются выделением в воздух рабочей зоны вредных веществ в виде газов, паров, пылей. Концентрация этих веществ в воздухе рабочей зоны не должна превышать установленные для них нормы. Степень вредного воздействия пыли на дыхательные пути, кожу, глаза зависит от ее физико-химических свойств, токсичности, дисперсности и концентрации.

Компоненты, приводящие к отклонению от нормы в химическом составе воздуха рабочей зоны, называют **вредным производственным фактором**. Многие технологические процессы литейного производства сопровождаются выделением в воздух производственных помещений вредных веществ. *Вредное вещество* – вещество, которое при контакте с организмом человека вызывает производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья.

Вредные вещества в воздухе принято подразделять по агрегатному состоянию на твердые вещества, жидко-парообразные и газы.

Классификация вредных веществ приводится в ГОСТе 12.1.007 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

Вредные вещества подразделяют по степени воздействия на организм человека на четыре класса опасности:

- чрезвычайно опасные (ПДК < 0,1 мг/м³);
- высокоопасные (ПДК = 0,1–1,0 мг/м³);
- умеренноопасные (ПДК = 1,1–10,0 мг/м³);
- малоопасные (ПДК > 10,0 мг/м³).

Содержание пыли не должно превышать ПДК, в соответствии с чем предусмотрена следующая концентрация:

- 1 класс – < 0,1 мг/м³;
- 2 класс – 0,1–1 мг/м³;
- 3 класс – 1–10 мг/м³;
- 4 класс – > 10 мг/м³.

Средняя смертельная концентрация в воздухе:

- 1 класс – 500 мг/м^3 ;
- 2 класс – $500\text{--}5000 \text{ мг/м}^3$;
- 3 класс – $5000\text{--}50000 \text{ мг/м}^3$;
- 4 класс – $>50 \text{ г/м}^3$.

Классифицируют газообразные вещества по степени опасности также на четыре класса, но ПДК устанавливают для каждого конкретного вещества.

Повышенной опасностью газообразных веществ является то, что они невидимы и могут не восприниматься человеческим обонянием. Человек может ощущать их воздействие по резкому ухудшению самочувствия.

Для оценки вредного воздействия запыленности и загазованности на человека согласно системе нормирования предусмотрены количественный и качественный анализ состава воздуха.

Количественный анализ направлен на определение концентраций вещества в воздухе. *Качественный анализ* определяет тип вещества для газов; тип, размер и форму частиц – для пыли.

Запыленность воздушной среды оценивают *весовым, счетным, электрическим и фотоэлектрическим* методами.

Весовой метод является основным методом для определения массы пыли, содержащейся в единице объема воздуха. Концентрация пыли в воздухе определяется как разность масс фильтра после и до протягивания через него запыленного воздуха, отнесенная к объему воздуха. Наиболее широко в настоящее время применяются фильтры АФА-ВП.

Дисперсность пыли выражается процентным содержанием частиц пыли разного размера. Наибольшую опасность для организма в целом представляют мелкодисперсные пыли. Так, частицы размером менее 5 мкм не задерживаются в верхних дыхательных путях, проникают в легкие, оседают там и приводят к пылевым заболеваниям – пневмокониозам. Наиболее распространенными из них являются силикоз, вызываемый воздействием кварцевой, асбестоз – асбестовой, талькоз – тальковой, сидероз – железосодержащей, цементоз – цементной, антропокоз – угольной пыли.

Дисперсность определяется методом микроскопии просветленных фильтров из ткани ФПП или препаратов, полученных по методам экранирования, осаждения, а также в приборах Грина и Оуэнса.

Наиболее удобным, простым и достаточно точным является метод микроскопии просветленных фильтров. Для определения дисперсности пыли по этому методу фильтры предварительно просветляют над парами ацетона, затем подсчитывают число частиц разной величины под микроскопом и определяют процентное содержание частиц каждого размера от общего числа подсчитанных пылинок.

Для определения запыленности используются прямой и ряд косвенных методов.

Прямой метод состоит из следующих основных операций: отбор части запыленного потока; улавливание пыли (с помощью внешней и внутренней фильтрации); измерение отобранного объема и приведение его к нормальным условиям.

Под *фильтрацией* понимают процесс осаждения пыли, осуществляемый с помощью фильтров (бумажных, тканевых, керамических, слоя стеклянной ваты и др.) или с применением других пылеуловителей.

При внешней фильтрации осаждение пыли из отобранного объема осуществляют по выводе воздуха через заборную трубку из газохода, т. е. когда пылеулавливающее устройство находится вне газохода. При внутренней фильтрации пылеулавливающее устройство заключено в заборную трубку или снабжено наконечником для отбора газа. Во всех этих случаях пылеулавливающее устройство находится внутри газохода.

Для анализа воздушной среды по содержанию газов и паров применяют различные методы: фотометрические, люминесцентные, полярографические, спектрографические, хроматографические и т. д. Перечисленные методы позволяют определить наличие наибольших количеств токсичных веществ в воздухе, однако требуют сравнительно много времени для подготовки приборов и проведения анализа.

Этого недостатка лишены быстрые (экспрессные) методы. Они основаны на изменении окраски растворов, реактивной бумаги или индикаторных порошков под действием определяемого вещества. При этом концентрацию вещества определяют по длине окрашенной зоны или по интенсивности окраски путем сравнения со стандартной шкалой.

Экспрессные методы подразделяются на колориметрические, линейно-колористические. В основе последних лежит изменение окраски при взаимодействии газов и паров с твердым сорбентом – индикаторным порошком. При протягивании исследуемого воздуха че-

рез стеклянную трубку находящийся в ней индикаторный порошок окрашивается. Длина окрашенного слоя определяет концентрации вещества в воздухе. Анализ в этом случае проводят универсальными газоанализаторами УГ-1 и УГ-2. С их помощью можно определить наличие и концентрацию сероводорода, хлора, аммиака, паров бензина, окислов азота, окиси углерода, сернистого газа, ацетона и других паров и газов.

Особенно эффективными при определении состава сложных выбросов, загрязняющих воздух, являются современные физико-химические методы, в частности, метод газовой хроматографии.

Если концентрация вредных веществ в воздухе превышает ПДК, то необходимы меры по оздоровлению воздушной среды. Если возможно без ущерба для производства, то вредные вещества заменяют на безвредные или менее вредные, уменьшают содержание вредных веществ в продукции; изменяют технологический процесс (сухие способы шлифования или помола заменяют на мокрые и т. п.); обеспечивают герметизацию аппаратуры таким образом, чтобы вредные вещества не могли проникнуть в воздух рабочей зоны; применяют местную вытяжную вентиляцию в местах выделения вредных веществ с последующей очисткой удаляемого воздуха, вытяжные шкафы, вытяжные зоны, газоуловители и пылеуловители; внедряют автоматизацию и механизацию вредных производств, промышленные роботы, дистанционное управление с изолированными кабинами; производственные помещения оборудуют общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией; применяют индивидуальные средства защиты: марлевые повязки, респираторы, противогазы, изолирующие костюмы с подводом чистого воздуха, защитные очки, спецодежду.

Приборы и оборудование

1. Для определения запыленности прямым методом с помощью внешней фильтрации используется оборудование: заборная трубка, аспиратор, аллонж, фильтры, шкаф сушильный, лабораторные электронные весы.

Запыленность воздуха определяется по изменению массы фильтров после фильтрации. Аспиратор (рис. 2.1) предназначен для протягивания через специальные фильтры. Прибор позволяет производить одновременно отбор четырех проб воздуха: два реометра градуированы на скорость протяжки воздуха от 0 до 20 л/мин и служат для отбора проб воздуха на запыленность, два других – для отбора проб воздуха при

проведении газовых анализов со скоростью 0–1 л/мин. На передней панели прибора размещены штепсельные гнезда 1 для подключения прибора к электрической сети; тумблер 2, который включает и отключает аспиратор; ручки 3 вентиля для регулировки скорости отбора проб; штуцера 4 для присоединения резиновых трубок с аллонжем; реометры 5 (стеклянные трубки с поплавками), служащие для определения скорости прохода воздуха; предохранительный клапан 6, предотвращающий перегрузки электродвигателя при отборе проб воздуха с малыми скоростями; гнездо предохранителя 7 и клемма для заземления 8.

Аллонж представляет специальный патрон, в который вкладывается фильтр.

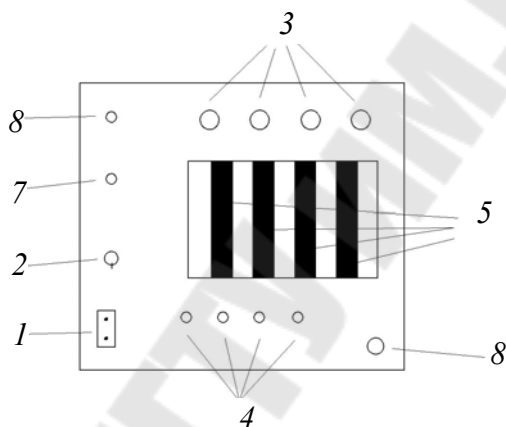


Рис. 2.1. Аспиратор:

1 – штепсельные гнезда; 2 – тумблер; 3 – ручки вентиля; 4 – штуцера;
5 – реометры; 6 – предохранительный клапан; 7 – гнездо предохранителя;
8 – клемма для заземления

При весовом анализе для осаждения и исследования пыли наиболее распространенными в настоящее время являются фильтры АФА-В10 и АФА-В18 (аналитические фильтры аэрозольные), площадью соответственно 10 и 18 см². Их изготавливают из перхлорвинилового фильтрующего материала ФПП (фильтры перхлорвиниловые Петрянова).

2. Линейно-колористическое определение паров аммиака (бензина) производится на установке (рис. 2.2), включающей в себя универсальный газоанализатор 1, сосуд с аммиаком 2, зажимы 3 и индикаторную трубку 4.

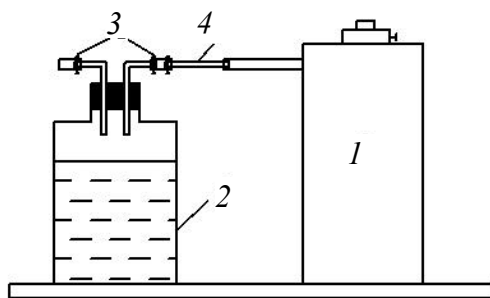


Рис. 2.2. Схема установки для анализа воздушной среды:
 1 – газоанализатор; 2 – сосуд с аммиаком; 3 – зажимы;
 4 – индикаторная трубка

В комплект универсального газоанализатора УГ-1 (рис. 2.3) входит воздухозаборное устройство, размещенное в металлическом корпусе, и набор индикаторных трубок. Основным элементом воздухозаборного устройства является резиновый сильфон 1, на нижнем фланце которого крепится пружина 2, удерживающая сильфон в растянутом состоянии. Просасывание исследуемого воздуха через индикаторную трубку 8 производится после предварительного сжатия сильфона штоком 3. На цилиндрической поверхности штока имеется продольная канавка с двумя углублениями 4, расстояние между которыми определяет объем засасываемого воздуха. Для фиксации штока при его работе предусмотрено стопорное устройство 5 в направляющей втулке 6. Непосредственный отсчет концентрации газа производится по шкалам, прилагаемым к прибору. На каждой шкале маркируется род газа и объем прокачиваемого воздуха.

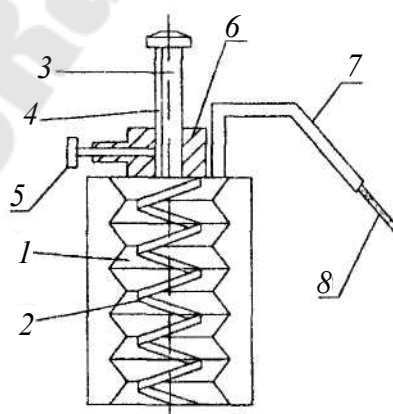


Рис. 2.3. Универсальный газоанализатор УГ-1:
 1 – резиновый сильфон; 2 – пружина; 3 – шток; 4 – продольная канавка
 с двумя углублениями; 5 – стопорное устройство; 6 – втулка;
 7 – воздухозаборная резиновая трубка; 8 – индикаторная трубка

Практическая часть

Порядок проведения замеров и расчетов.

Установка для определения запыленности воздуха представляет собой пылевую камеру 1, aspirator 2 и аллонж с фильтром 3 (рис. 2.4).

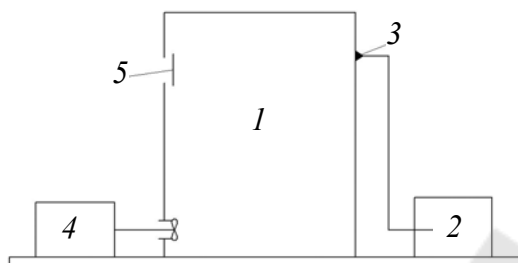


Рис. 2.4. Установка для определения запыленности воздуха:
1 – пылевая камера; 2 – aspirator; 3 – аллонж с фильтром;
4 – вентилятор

1. Привести объем протянутого воздуха (V , м³) к нормальным условиям:

$$V_0 = \frac{273 \cdot B \cdot V}{(273 + t) \cdot 1,013 \cdot 10^5}, \quad (2.1)$$

где V – объем воздуха, прошедшего через фильтр при температуре t и давлении B , м³.

V определяется по формуле

$$V = Q \cdot \tau, \quad (2.2)$$

где Q – скорость протяжки воздуха (12 л/мин); τ – время протяжки (5 мин); t – температура воздуха при замерах, °С; B – измеренное атмосферное давление, Па.

2. Определить концентрацию пыли в воздухе (C , мг/м³):

$$C = \frac{m_2 - m_1}{V_0}, \quad (2.3)$$

где m_1 , m_2 – масса фильтра до и после отбора пробы, мг.

Результаты измерений и расчетов приводятся в табл. 2.1.

Результаты измерения запыленности

Температура воздуха в помещении t , °С	Атмосферное давление B , Па	Масса фильтра, мг		Масса пыли, мг, $m_2 - m_1$	Скорость протягивания воздуха Q , л/мин	Длительность отбора τ , мин	Объем воздуха, прошедшего через фильтр, м ³		Концентрация пыли в воздухе C , мг/м ³	ПДК, мг/м ³
		до отбора пробы m_1	после отбора пробы m_2				V	V_0		

Анализ воздушной среды с помощью универсального газоанализатора УГ-1.

1. Для проведения анализа следует отвести стопор 5 (рис. 2.3), вставить шток 3 в направляющую втулку 6, затем нажатием руки на головку штока сжать сильфон 1 так, чтобы наконечник стопора вошел в верхнее углубление в канавке штока.

2. Присоединить индикаторную трубку 8 к воздухозаборной резиновой трубке 7. Индикаторная трубка должна соответствовать анализируемому газу.

3. Ввести второй конец индикаторной трубки в резиновую трубку, связанную с сосудом, содержащим аммиак (бензин и др.).

4. Освободить зажимы 3 (рис. 2.2) на резиновой трубке.

5. Надавливая одной рукой на головку штока, второй отвести стопор. Как только шток начнет двигаться, стопор следует отпустить. При этом сильфон расправляется, и воздух с определенной скоростью протягивается через индикаторную трубку. После прекращения движения штока (наконечник вошел в углубление канавки) просасывание воздуха еще продолжается в течение 1,5–2,0 мин из-за наличия остаточного вакуума в сильфоне.

6. Освободить индикаторную трубку и определить концентрацию газа. При этом трубку следует приложить к шкале таким образом, чтобы начало окрашенного столбика совпало с нулевым делением шкалы. Тогда верхняя граница окрашенного порошка определяет концентрацию газа в исследуемой среде.

7. Результаты исследования записать в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Результаты измерений загазованности

Наименование исследуемого газа	Объем забираемого воздуха, мл	Концентрация газа в воздухе, мг/м ³	ПДК, мг/м ³

Структура работы

1. Теоретическая часть.
2. Описание приборов и оборудования.
3. Оформление результатов.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое вредный производственный фактор?
2. Что такое вредное вещество?
3. Как подразделяются вредные вещества?
4. Что такое количественный и качественный анализ состава воздуха?
5. Весовой метод оценки запыленности.
6. Что такое дисперсность?
7. Прямой метод определения запыленности.
8. Что такое фильтрация?
9. Методы анализа загазованности.
10. Экспресс методы анализа загазованности.
11. Меры по оздоровлению воздушной среды.
12. Принцип работы аспиратора.
13. Универсальный газоанализатор УГ-1.
14. Порядок проведения замеров запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны.

Лабораторная работа № 3 **Исследование освещенности** **в производственных помещениях**

Цель работы: освоить методику и измерение освещенности на рабочих местах; приобрести навыки оценки и нормирования естественного, искусственного и совмещенного освещения.

Теоретическая часть

Правильно спроектированное и выполненное производственное освещение улучшает зрительные условия работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности и качества труда, благоприятно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм на производстве.

Производственное освещение характеризуется *количественными* и *качественными* показателями.

К количественным показателям относятся световой поток, сила света, яркость, освещенность, коэффициент отражения, а к качественным – фон, контраст объекта с фоном, видимость, показатель ослепленности, коэффициент пульсации освещенности.

Основная величина, характеризующая источники света – световой поток. Освещенность и видимость – основные показатели, характеризующие условия восприятия.

Световой поток Φ определяется как мощность лучистой энергии, оцениваемой по световому ощущению, которое она производит на человеческий глаз. За единицу светового потока принят люмен, лм.

Сила света I – пространственная плотность светового потока, которая определяется как отношение светового потока $d < P$, исходящего от источника и распространяющегося равномерно внутри элементарного телесного угла, к величине этого угла (измеряется в канделах, кд):

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}. \quad (3.1)$$

Яркость L – отношение силы света, излучаемого элементом светящейся поверхности в данном направлении (a), к площади проекции этой поверхности ($dS \cos \alpha$), кд/м²:

$$L_a = \frac{dl_a}{dS \cdot \cos \alpha}. \quad (3.2)$$

Освещенность E – это плотность светового потока на освещаемой поверхности (измеряется в люксах, лк). Поверхность имеет освещенность в один люкс, если поверхностная плотность светового потока равна одному люмену на квадратный метр:

$$E = \frac{\Phi}{S}, \quad (3.3)$$

где S – площадь освещаемой поверхности.

Видимость V – универсальная характеристика качества освещения, характеризует способность глаза воспринимать объект, зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности экспозиции. Видимость определяется числом пороговых контрастов в контрасте объекта с фоном:

$$V = \frac{K}{K_{\text{пор}}}, \quad (3.4)$$

где K – контраст объекта с фоном; $K_{\text{пор}}$ – пороговый контраст, т. е. наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличимым на фоне.

Контраст объекта с фоном (K) характеризуется соотношением яркостей рассматриваемого объекта (точка, линия, знак, пятно, трещина, риска, раковина или другие элементы, которые требуется различать в процессе работы) и фона.

Контраст определяют по формуле

$$K = \frac{L_o - L_{\phi}}{L_{\phi}}, \quad (3.5)$$

где L_o и L_{ϕ} – яркость соответственно объекта и фона, кд/м².

Контраст объекта с фоном считается *большим* при значении K более 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости), *средним* при значении K от 0,2 до 0,5 (объект и фон заметно отличаются по яркости) и *малым* при значении K менее 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости).

Фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается, характеризуется коэффициентом отражения, значения которого лежат в пределах от 0,02 до 0,95.

При коэффициенте отражения поверхности более 0,4 фон считается *светлым*; от 0,2 до 0,4 – *средним* и менее 0,2 – *темным*.

Коэффициент отражения p характеризуется способностью поверхности отражать падающий на нее световой поток. Определяется как отношение отражаемого от поверхности светового потока ($\Phi_{\text{отр}}$) к падающему на нее потоку (J_w).

Объект различения – наименьший размер рассматриваемого предмета, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы.

Виды освещения и их краткая характеристика

В зависимости от источника света производственное освещение может быть естественным, искусственным и совмещенным.

Естественное освещение – это освещение помещений светом неба, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. Подразделяется на *боковое* – через проемы в наружных стенах, *верхнее* – через светоаэрационные фонари, световые проемы в перекрытии, а также через проемы в местах перепада высот здания и *комбинированное* – сочетание верхнего и бокового.

В качестве источника **искусственного освещения** применяют, как правило, газоразрядные лампы. Лампы накаливания применяют в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности применения газоразрядных.

По конструктивному исполнению искусственное освещение может быть *общее*, *местное* и *комбинированное*. При общем освещении светильники размещают в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное освещение) или применительно к расположению оборудования (общее локализованное освещение). Местное освещение устраивается дополнительно к общему и создается светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах. Устраивать одно местное освещение внутри зданий не разрешается, освещение может быть комбинированным (общее плюс местное).

При **совмещенном освещении** недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным. Это может иметь место для помещений, в которых выполняются работы I и II разрядов или по условиям технологии, организации производства, климата требуются объемно-планировочные решения, не позволяющие обеспечить нормированное значение естественного освещения.

Местное освещение – освещение, дополнительное к общему, создаваемое светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах.

Неравномерность естественного освещения – отношение среднего значения к наименьшему значению КЕО в пределах характерного разреза помещения.

Освещение безопасности обеспечивает освещение для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения.

Рабочая поверхность – поверхность, на которой производится работа и нормируется или измеряется освещенность.

Рабочее освещение – освещение, обеспечивающее нормируемые осветительные условия (освещенность, качество освещения) в помещениях и в местах производства работ вне зданий.

Световой климат – совокупность условий естественного освещения в той или иной местности (освещенность и количество освещения на горизонтальной и различно ориентированных по сторонам горизонта вертикальных поверхностях, создаваемых рассеянным светом неба и прямым светом солнца, продолжительность солнечного сияния и альbedo подстилающей поверхности) за период более десяти лет.

Стробоскопический эффект – явление искажения зрительного восприятия вращающихся, движущихся или сменяющихся объектов в мелькающем свете, возникающее при совпадении кратности частотных характеристик движения объектов и изменения светового потока во времени в осветительных установках, выполненных газоразрядными источниками света, питаемыми переменным током.

Цветопередача – общее понятие, характеризующее влияние спектрального состава источника света на зрительное восприятие цветных объектов, сознательно или бессознательно сравниваемое с восприятием тех же объектов, освещенных стандартным источником света.

Эвакуационное освещение – освещение для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении нормального освещения.

Нормирование освещения

Естественное освещение. Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение. Без естественного освещения допускается проектировать помещения, которые определены строительными нормами на проектирование зданий и сооружений, нормативными документами по строительному проектированию зданий отдельных отраслей промышленности, утвержденными в установленном порядке, а также помещения, размещение которых разрешено в подвальных и цокольных этажах зданий.

Естественное освещение подразделяется на *боковое, верхнее и комбинированное* (верхнее и боковое).

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 двусторон-

нем 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 работы V–VII разрядов;
- на 3 высоты помещения для работы VIII разряда.

При верхнем или комбинированном естественном освещении нормируется среднее значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза и условной рабочей поверхности (или пола). Первая и последняя точки принимаются на расстоянии 1 м от поверхности стен (перегородок) или осей колонн.

Допускается деление помещения на зоны с боковым освещением (зоны, примыкающие к наружным стенам с окнами) и зоны с верхним освещением.

Нормирование и расчет естественного освещения в каждой зоне производятся независимо. В производственных помещениях со зрительной работой I–III разрядов следует устраивать совмещенное освещение. Допускается применение верхнего естественного освещения в крупнопролетных сборочных цехах, в которых выполняются работы в значительной части объема помещения на разных уровнях от пола и на различно ориентированных в пространстве рабочих поверхностях. При этом нормированные значения КЕО принимаются для разрядов I–III соответственно 10, 7, 5 %.

Нормированные значения КЕО для зданий, располагаемых в различных районах, следует определять по формуле

$$e = e_n \cdot m_n, \quad (3.6)$$

где e_n – значение КЕО по табл. П.2.1, П.2.2 и П.2.3; m_n – коэффициент светового климата.

Полученные по формуле значения следует округлять до десятых долей.

В основных помещениях жилых домов и дошкольных учреждений нормированные значения КЕО обеспечиваются на уровне пола. В административных районах для жилых комнат и кухонь – 0,5, для групповых игровых, столовых и спален – 1,5.

Расчет естественного освещения помещений производится без учета мебели, оборудования и других затеняющих предметов. Уста-

новленные расчетом размеры световых проемов допускается изменять на $\pm 10\%$.

Неравномерность естественного освещения производственных и общественных зданий с верхним или комбинированным естественным освещением не должна превышать 3:1. Расчетное значение КЕО при верхнем и комбинированном естественном освещении в любой точке на линии пересечения условной рабочей поверхности и плоскости характерного вертикального разреза помещения должно быть не менее нормированного значения КЕО при боковом освещении для работ соответствующих разрядов. Неравномерность естественного освещения не нормируется для помещений с боковым освещением для производственных помещений, в которых выполняются работы разрядов VII и VIII (табл. П.2.1) при верхнем и боковом освещении.

Совмещенное освещение. Совмещенное освещение помещений производственных зданий следует предусматривать:

а) для производственных помещений, в которых выполняются работы I–III разрядов;

б) для производственных и других помещений в случаях, когда по условиям технологии, организации производства или климата в месте строительства требуются объемно-планировочные решения, которые не позволяют обеспечить нормированное значение КЕО (многоэтажные здания большой ширины, одноэтажные многопролетные здания с пролетами большой ширины и т. п.), а также в случаях, когда технико-экономическая целесообразность совмещенного освещения по сравнению с естественным подтверждена соответствующими расчетами;

в) в соответствии с нормативными документами по строительному проектированию зданий и сооружений отдельных отраслей промышленности, утвержденными в установленном порядке.

Совмещенное освещение помещений жилых и общественных зданий, административных и бытовых зданий предприятий допускается предусматривать в случаях, когда это требуется по условиям выбора рациональных объемно-планировочных решений, за исключением жилых комнат и кухонь жилых домов, помещений для пребывания детей, учебных и учебно-производственных помещений школ и учебных заведений, спальных помещений санаториев и домов отдыха.

Общее (независимо от принятой системы освещения) искусственное освещение производственных помещений, предназначенных для постоянного пребывания людей, должно обеспечиваться разрядными источниками света.

Применение ламп накаливания допускается в отдельных случаях, когда по условиям технологии, среды или требований оформления интерьера использование разрядных источников света невозможно или нецелесообразно.

Нормированные значения КЕО для производственных помещений должны приниматься как для совмещенного освещения по табл. П.2.1.

Для производственных помещений допускается нормированные значения КЕО принимать в соответствии с табл. П.2.2:

а) в районах с температурой наиболее холодной пятидневки минус 27 °С и ниже по климатическим строительным нормам;

б) в помещениях с боковым освещением, глубина которых по условиям технологии или выбора рациональных объемно-планировочных решений не позволяет обеспечить нормированное значение КЕО, указанное в табл. П.2.1 для совмещенного освещения;

в) в помещениях, в которых выполняются работы I–III разрядов зрительной работы.

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

Аварийное освещение разделяется на освещение безопасности и эвакуационное.

Искусственное освещение может быть двух систем – общее освещение и комбинированное освещение.

Рабочее освещение следует предусматривать для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта. Для помещений, имеющих зоны с разными условиями естественного освещения и различными режимами работы, должно предусматриваться раздельное управление освещением таких зон. При необходимости часть светильников рабочего или аварийного освещения может использоваться для дежурного освещения.

Нормируемые характеристики освещения (табл. П.2.1) в помещениях и снаружи зданий могут обеспечиваться как светильниками рабочего освещения, так и совместным действием с ними светильников освещения безопасности и (или) эвакуационного освещения.

Для освещения помещений производственных и складских зданий следует использовать, как правило, наиболее экономичные разрядные лампы. Использование ламп накаливания для общего освещения допускается только в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности использования разрядных ламп.

Для местного освещения кроме разрядных источников света рекомендуется использовать лампы накаливания, в том числе галогенные.

Нормы освещенности, приведенные в табл. П.2.1, следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в следующих случаях:

а) при работах I–VI 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) при специальных повышенных санитарных требованиях (например, на предприятиях пищевой и химико-фармацевтической промышленности), если освещенность от системы общего освещения – 500 лк и менее;

г) при работе или производственном обучении подростков, если освещенность от системы общего освещения – 300 лк и менее;

д) при отсутствии в помещении естественного света и постоянном пребывании работающих, если освещенность от системы общего освещения – 750 лк и менее;

е) при наблюдении деталей, вращающихся со скоростью, равной или более 500 об/мин, или объектов, движущихся со скоростью, равной или более 1,5 м/мин;

ж) при постоянном поиске объектов различения на поверхности, размером 0,1 м² и более;

з) в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет. При наличии одновременно нескольких признаков нормы освещенности следует повышать не более чем на одну ступень.

В помещениях, где выполняются работы IV–VI разрядов, нормы освещенности следует снижать на одну ступень при кратковременном пребывании людей или при наличии оборудования, не требующего постоянного обслуживания.

При выполнении в помещениях работ I–III разрядов следует применять систему комбинированного освещения. Предусматривать систему общего освещения допускается при технической невозможности или нецелесообразности устройства местного освещения, что конкретизируется в отраслевых нормах освещения, согласованных с органами Государственного санитарного надзора.

При наличии в одном помещении рабочих и вспомогательных зон следует предусматривать локализованное общее освещение (при любой системе освещения) рабочих зон и менее интенсивное освещение вспомогательных зон, относя их к разряду VIIa.

Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного, должна составлять не менее 10 % нормируемой для комбинированного освещения при тех источниках света, которые применяются для местного освещения. При этом освещенность должна быть не менее 200 лк при разрядных лампах, не менее 75 лк – при лампах накаливания. Создавать освещенность от общего освещения в системе комбинированного более 500 лк при разрядных лампах и более 150 лк при лампах накаливания допускается только при наличии обоснований.

В помещениях без естественного света освещенность рабочей поверхности, создаваемую светильниками общего освещения в системе комбинированного, следует повышать на одну ступень.

Отношение максимальной освещенности к минимальной не должно превышать для работ I–III разрядов при люминесцентных лампах 1,3, при других источниках света – 1,5, для работ разрядов IV–VII – 1,5 и 2,0, соответственно.

Неравномерность освещенности допускается повышать до 3,0 в тех случаях, когда по условиям технологии светильники общего освещения могут устанавливаться только на площадках, колоннах или стенах помещения.

В производственных помещениях освещенность проходов и участков, где работа не производится, должна составлять не более 25 % от нормируемой освещенности, создаваемой светильниками общего освещения, но не менее 75 лк при разрядных лампах и не менее 30 лк при лампах накаливания.

В цехах с полностью автоматизированным технологическим процессом следует предусматривать освещение для наблюдения за работой оборудования, а также дополнительно включаемые светильники общего и местного освещения для обеспечения необходимой (в соответствии с табл. П.2.1) освещенности при ремонтно-наладочных работах.

Показатель ослепленности от светильников общего освещения (независимо от системы освещения) не должен превышать значений, указанных в табл. П.2.1.

Показатель ослепленности не ограничивается для помещений, длина которых не превышает двойной высоты подвеса светильников над полом, а также для помещений с временным пребыванием людей и для площадок, предназначенных для прохода или обслуживания оборудования.

Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящиеся элементы не попадали в поле зрения работающих на освещаемом рабочем месте и на других рабочих местах.

Местное освещение рабочих мест, как правило, должно быть оборудовано регуляторами освещения.

Коэффициент пульсации освещенности на рабочих поверхностях при питании источников света током частотой менее 300 Гц не должен превышать значений, указанных в табл. П.2.1.

Коэффициент пульсации не ограничивается:

- при частоте питания 300 Гц и более;
- для помещений с периодическим пребыванием людей при отсутствии в этих помещениях условий для возникновения стробоскопического эффекта.

В помещениях, где возможно возникновение стробоскопического эффекта, необходимо включение соседних ламп в 3 фазы питающего напряжения или включение их в сеть с электронными пускорегулирующими аппаратами.

Наружное освещение должно иметь управление, независимое от управления освещением внутри зданий.

Для ограничения слепящего действия установок наружного освещения мест производства работ и территорий промышленных предприятий высота установки светильников над уровнем земли должна быть:

- а) для светильников с защитным углом менее 15° – не менее указанной в табл. П.2.5;
- б) для светильников с защитным углом 15° и более – не менее 3,5 м при любых источниках света.

Допускается не ограничивать высоту подвеса светильников с защитным углом 15° и более (или с рассеивателями из молочного стекла без отражателей) на площадках для прохода людей или обслуживания технологического (или инженерного) оборудования, а также у входа в здание.

Высота установки светильников рассеянного света должна быть не менее 3 м при световом потоке источника света до 6000 лм и не менее 4 м при световом потоке более 6000 лм.

Приборы и оборудование

Для определения количественных и качественных показателей производственного освещения применяют фотометры, люксометры, измерители видимости. В настоящей лабораторной работе используется люксметр Ю-116.

Люксметр Ю-116 состоит из измерителя 1 и отдельного фотоэлемента 5 с насадками 6 и 7. В качестве фотоэлектрического датчика используется селеновый фотоэлемент, у которого спектральная чувствительность наиболее близка к спектральной чувствительности глаза человека.

На передней панели измерителя имеются кнопки переключателя 3 и табличка 2 со схемой, связывающей действие кнопок и используемых насадок. Прибор имеет две шкалы (0–100 и 0–30), на которых точками отмечено начало диапазона измерений. На шкале 0–100 точка находится над отметкой 17, на шкале 0–30 – над отметкой 5. Прибор имеет корректор 4 для установки стрелки в нулевое положение. На боковой стенке корпуса измерителя расположена вилка 8 для присоединения фотоэлементов.

Для уменьшения косинусной погрешности (возникающей при падении световых лучей на освещаемую поверхность под углом) применяется насадка 7 на фотоэлемент, выполненная в виде полусферы из белой светорассеивающей пластмассы. Эта насадка, обозначенная буквой *K*, применяется не самостоятельно, а совместно с одной из трех других насадок 6, обозначенных *M*, *P*, *T*. Каждая из этих трех насадок совместно с насадкой *K* образуют три поглотителя с коэффициентом ослабления 10, 100, 1000 и применяется для расширения диапазонов измерений с 5–30 и 17–100 лк до 50–300, 170–1000, 500–3000, 1700–10000, 5000–30000, 17000–100000 лк.

Принцип отсчета значений измеряемой освещенности состоит в следующем: против нажатой кнопки определяют выбранное с помощью насадок (или без них) наибольшее значение диапазонов измерений. При нажатой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений кратные 10, следует пользоваться шкалой 0–100. При нажатой левой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений кратные 30, следует пользоваться шкалой 0–30. Показания приборов умножают на коэффициент пересчета шкалы в зависимости от применяемых насадок.

Если величина измеряемой освещенности неизвестна, то измерения производятся с установки на фотоэлемент насадка *K*, *T*.

С целью ускорения поиска диапазона измерений, который соответствует показаниям прибора в пределах 17–100 делений по шкале 0–100 и 5–30 деления по шкале 0–30, поступают следующим образом: последовательно устанавливают насадки *K, T; K, P; K, M* и при каждой насадке сначала нажимают правую кнопку, а затем левую.

Если при насадках *K, M* и нажатой левой кнопке стрелка не доходит до 5 делений по шкале 0–30, измерения производят без насадок, т. е. открытым фотоэлементом.

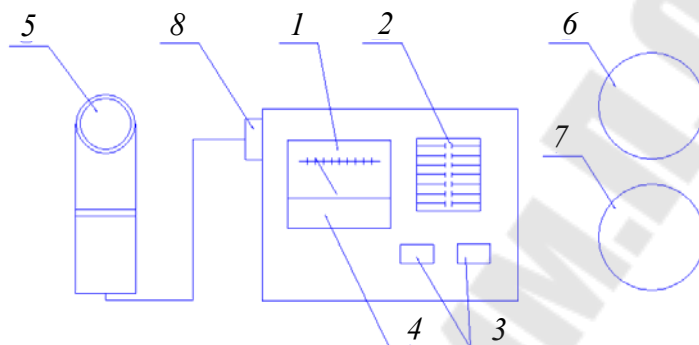


Рис. 3.1. Люксметр Ю-116:

1 – измеритель; 2 – табличка; 3 – кнопки переключателя; 4 – корректор;
5 – фотоэлемент; 6, 7 – насадки; 8 – вилка для присоединения фотоэлементов

Выполнение работы

При проведении занятий в светлое время суток определяются показатели освещенности и видимости при естественном, искусственном и совмещенном освещении. В темное время суток – только при искусственном.

1. Исследование зрительных условий при естественном освещении.

Указать освещение помещения: боковое одностороннее, боковое двустороннее; верхнее, верхнее и боковое (комбинированное).

Произвести измерение освещенности в помещении через 1 м от поверхности наружной стены (на высоте 0,8 м от пола) по всей ширине. Полученные данные записать в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Результаты измерения естественного освещения

Расстояние от поверхности стены l , м					
Освещенность E , лк					
КЕО, %					

Одновременно с измерением освещенности в помещении измерить освещенность на улице в точке под открытым небосводом. Определить КЕО и записать в таблицу. Построить кривые светораспределения помещений:

$$E = f(l) \text{ и } \text{КЕО} = f(l).$$

На основе полученных данных по табл. П.2.1 определить параметры зрительной работы: характеристику, разряд и подразряд зрительной работы, а также наименьший размер объекта различения, с которым можно работать в данном помещении, для рабочих мест, указанных преподавателем.

Пользуясь табл. П.2.6, определить соответствие естественной освещенности в лаборатории нормам.

2. Исследование зрительных условий при искусственном освещении.

Для исследования зрительных условий работы при искусственном освещении в светлое время суток окна лаборатории необходимо закрыть шторами. В лаборатории имеются светильники, высоту которых можно менять. Можно также изменить характеристику фона на рабочем месте, меняя на плоскости стола трафареты с различной окраской поверхности.

Подвесить светильник на максимальную высоту и подключить к сети. Произвести замеры освещенности на столе по оси светильника, уменьшая высоту подвеса через 0,2 м. Полученные данные занести в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Результаты измерения искусственного освещения

Тип светильника	
Высота подвеса светильника H , м	
Освещенность в центре стола E , лк	

Для одного из значений освещенности, пользуясь табл. П.2.3, определить параметры зрительной работы для различных характеристик фона.

Пользуясь табл. П.2.6, определить соответствие искусственной освещенности в лаборатории, создаваемой светильниками общего освещения, нормам.

Структура работы

1. Теоретическая часть.
2. Описание приборов и оборудования.
3. Оформление результатов.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Основные светотехнические понятия и величины.
2. Виды освещения.
3. Нормирование естественного освещения.
4. Нормирование искусственного освещения, совмещенного.
5. Назначение, устройство и работа люксметра Ю-116.

Лабораторная работа № 4 **Исследование производственного шума и методы борьбы с ним**

Цель работы: ознакомиться с нормативными требованиями по ограничению шума в производственных помещениях; изучить приборы и методику измерения шума; определить эффективность некоторых мероприятий по снижению шума.

Теоретическая часть

Шум – совокупность звуков, различных по частоте и силе. Возникает шум при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах. С физической стороны шум характеризуется частотой колебаний, звуковым давлением, интенсивностью и силой звука. Ухо человека воспринимает звуковые колебания в воздухе в пределах от 16 до 20000 Гц. Колебания с частотой ниже 16 Гц называют *инфразвуковыми*, а свыше 20000 Гц – *ультразвуковыми*. Инфразвук и ультразвук не вызывают слуховых ощущений, но оказывают биологическое действие на организм человека.

Шум является общебиологическим раздражителем. Действуя на нервную систему, он оказывает влияние на весь организм. Под влиянием шума притупляется острота зрения, изменяются ритмы дыхания и сердечной деятельности, повышается кровяное давление, изменяется объем внутренних органов.

Длительное пребывание человека в шумном помещении вызывает снижение слуховой чувствительности, приводя к тугоухости, а иногда и к глухоте.

Воздействуя на кору головного мозга, шум оказывает раздражающее действие, ускоряет процесс утомления, ослабляет внимание и замедляет психические реакции. Поэтому сильный шум в производственных условиях способствует возникновению несчастных случаев, ведет к снижению производительности труда.

В зависимости от происхождения различают шум:

– механический (возникает при движении, соударении, трении деталей машин и механизмов);

– аэро(гидро)динамический (возникает при движении газа, пара, жидкости в результате пульсации давления из-за турбулентного перемешивания потоков, движущихся с разными скоростями в свободных струях, или из-за турбулизации потока у границ обтекаемого тела);

– термический (возникает при турбулизации потока и флуктуации плотности газов при горении, а также мгновенном изменении интенсивности выделения тепла, приводящего к мгновенному повышению давления);

– взрывной (импульсный).

В соответствии с ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности» и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32–2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» шумы классифицируются:

а) по характеру спектра на:

– широкополосный шум – шум с непрерывным спектром шириной более одной октавы;

– тональный шум – шум, в спектре которого имеются выраженные дискретные (тональные) составляющие, причем для практических целей (при контроле параметров звука на рабочих местах) тональный характер устанавливают измерением в третьоктавных полосах частот по превышению уровня звукового давления в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ;

б) по временным характеристикам на:

– постоянный шум – шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) или за время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во времени не более чем на 5 дБА при измерениях на стандартизированной временной характеристике измерительного прибора «медленно»;

– непостоянный шум – шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) или за время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во времени более чем на 5дБА при измерениях на стандартизованной временной характеристике измерительного прибора «медленно».

Непостоянный шум подразделяется на:

– колеблющийся шум – шум, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени;

– прерывистый шум – шум, уровень звука которого изменяется во времени ступенчато (на 5 дБА и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более;

– импульсный шум – шум, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с. При этом уровни звука, измеренные на стандартизованных временных характеристиках шумомера «импульс» и «медленно», отличаются на 7 дБА и более.

Основная характеристика любого источника шума – звуковая мощность.

Звуковая мощность определяется как общее количество звуковой энергии, излучаемой источником шума в окружающее пространство за единицу времени.

Гигиенической характеристикой шума, определяющей его воздействие на человека, является уровень звукового давления L , дБ, величина которого выражается формулой

$$L = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_0}, \quad (4.1)$$

где P – звуковое давление, создаваемое источником звука, Па; P_0 – пороговое звуковое давление ($P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па).

При нормировании шума весь слышимый диапазон звуковых колебаний по частоте разбивается на отдельные полосы, каждая из которых характеризуется граничными частотами: нижняя f_1 и верхняя f_2 граничные частоты и средней частотой f , Гц. За ширину полосы принята октава, т. е. интервал частот, в котором высшая частота f_2 в два раза больше нижней f_1 , т. е. $f_2/f_1 = 2$. За среднюю частоту октавной полосы принимают среднегеометрическую частоту, определяемую по формуле

$$f = \sqrt{f_1 \cdot f_2}. \quad (4.2)$$

При нормировании шума устанавливаются допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц при непрерывном действии шума не менее четырех часов за рабочую смену. Кроме того, для ориентировочной оценки за характеристику постоянного шума на рабочем месте допускается принимать эквивалентный уровень звука в дБА, измеряемый по шкале «А» шумомера.

Допускается в качестве характеристики непостоянного шума использовать дозу шума или относительную дозу шума.

Дополнительно для колеблющегося и прерывистого шума ограничивают максимальные уровни в дБА, измеренные на временной характеристике «медленно» (≤ 110 дБА), а для длинного импульсного шума – максимальный уровень звука в дБА, измеренный на временной характеристике «импульс» (< 125 дБА).

Допустимые уровни для некоторых производств и для жилой зоны представлены соответственно в табл. П.3.1 и П.3.2.

Эквивалентные уровни (дБА) для шума, создаваемого средствами транспорта (автомобильного, железнодорожного, воздушного) в 2 м от ограждающих конструкций зданий, обращенных в сторону источников шума, допускается принимать на 10 дБА выше уровней звука (для жилых зданий).

Наиболее эффективными методами борьбы с шумом в производственных условиях являются *звукопоглощение* и *звукоизоляция*.

Для уменьшения звука в производственном помещении путем звукопоглощения используют различные шумопоглощающие панели, которыми облицовываются потолки и стены помещений. Процесс поглощения звука в материале происходит за счет перехода звуковой энергии в тепловую в результате вязкого трения воздуха в порах материала. Характеризуется звукопоглощение *коэффициентом звукопоглощения*, т. е. отношением звуковой энергии, поглощенной материалом, к энергии, падающей на материал.

Эффективность звукопоглощения облицовок, дБ, (в зоне отраженного звука) определяется по формуле

$$\Delta L_{\text{обл}} = 10 \cdot \lg \frac{\alpha_2 \cdot S_{\text{обл}} + \alpha_1 \cdot (S_1 - S_{\text{обл}})}{\alpha_1 \cdot S_1}, \quad (4.3)$$

где α_1 – коэффициент звукопоглощения необлицованных поверхностей помещения; α_2 – коэффициент звукопоглощения облицовки; S_1 – площадь поверхности помещения, м^2 ; $S_{\text{обл}}$ – площадь облицованной поверхности помещения, м^2 .

Сущность звукоизоляции ограждения, используемого для борьбы с шумом, состоит в том, что большая часть падающей звуковой энергии отражается от преграды и лишь незначительная ее часть проникает за ограждение. Эффективность использования ограждения, дБ, определяется по формуле

$$R = 20 \cdot \lg(m \cdot f) - 47,5, \quad (4.4)$$

где m – масса 1 м ограждения, кг; f – частота звука, Гц.

На производстве в качестве звукоизолирующих преград используются акустические экраны, кожухи, кабины.

Эффективность использования кожуха, дБ, определяется по формуле

$$\Delta L_{\text{кож}} = 20 \cdot \lg(G \cdot f) - 47,5 + 10 \cdot \lg \alpha, \quad (4.5)$$

где α – коэффициент звукопоглощения материала, нанесенного на внутреннюю поверхность кожуха.

Приборы и оборудование

1. Акустическая камера 1, имитирующая производственное помещение, представляет собой деревянный ящик, размером $1,2 \times 0,6 \times 0,6$ м, с откидной крышкой (рис. 4.1). Источником шума 2 является динамик, который воспроизводит с магнитофона запись постоянного производственного шума (могут быть и другие источники шума). Для измерения шума в камере установлен микрофон 3, соединенный с измерителем шума и вибрации ВШВ-003 4.

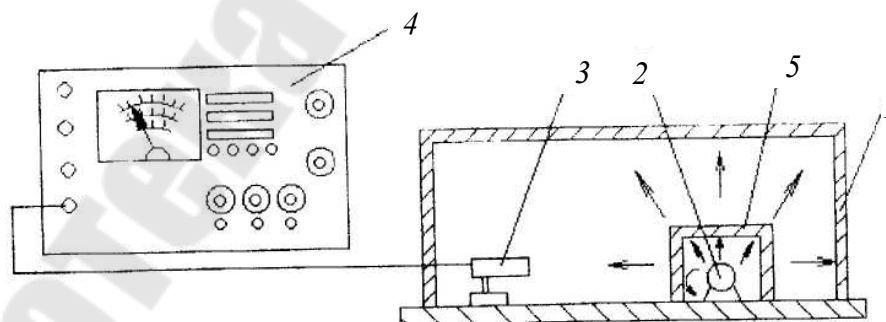


Рис. 4.1. Схема измерения шума в акустической камере при установке звукоизолирующего кожуха:

1 – акустическая камера; 2 – источник шума; 3 – микрофон;
4 – измерительный прибор ВШВ-003; 5 – звукоизолирующий кожух

Звукоизолирующий кожух 5 (рис. 4.1) выполнен из ДСП. Звукопоглощающая облицовка плит выполнена в виде щитов, которые устанавливаются по стенкам и потолку камеры 6 (рис. 4.2), звукоизоли-

рующая перегородка 5 (рис. 4.3) представляет собой пластину из листовой стали, которая разделяет акустическую камеру на две части, изолируя источник шума от микрофона.

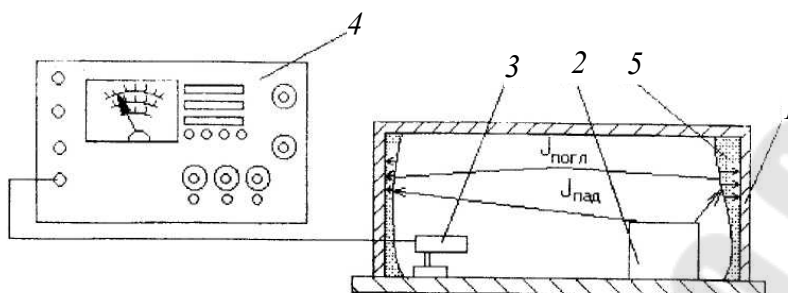


Рис. 4.2. Схема распространения шума в акустической камере при установке звукопоглощающей облицовки:

1 – акустическая камера; 2 – источник шума; 3 – микрофон;
4 – измерительный прибор ВШВ-003; 5 – звукопоглощающая облицовка

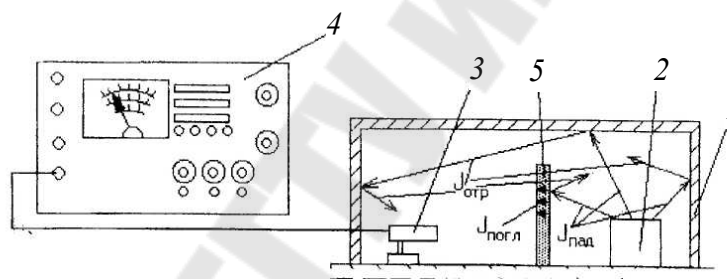


Рис. 4.3 – Схема распространения звука в акустической камере при установке звукоизолирующей перегородки:

1 – акустическая камера; 2 – источник шума; 3 – микрофон;
4 – измерительный прибор ВШВ-3; 5 – звукоизолирующая перегородка

2. Для измерения шума в производственных условиях применяют шумомеры, анализаторы шума, измерители вибрации и шума.

В качестве преобразователя звуковых колебаний в электрические используется микрофонный капсюль М101.

Перед началом работы включите ВШВ-003 переключателем «РОД РАБОТЫ», установите его в $\text{—} \text{—}$ положение и проконтролируйте напряжение питания. Стрелка показывающего прибора должна находиться в пределах от 7 до 10 шкалы $-\infty \dots 10$ dB. О наличии питания свидетельствует также свечение одного из светодиодов.

Соедините капсюль М101 с предусилителем ПМ-3 и соедините предусилитель с разъемом прибора измерительного. Переключатели прибора измерительного установите в положения:

«ДЕЛИТЕЛЬ, dV1 – 80»;
«ДЕЛИТЕЛЬ, dV2 – 50»;
«ФИЛЬТРЫ – лин»;
«РОД РАБОТЫ – F».

После двух минут самопрогрева можно производить измерения уровня звукового давления.

Если при измерении стрелка показывающего прибора находится в начале шкалы, ее выводят в сектор 0–10 шкалы децибел сначала переключателем «ДЕЛИТЕЛЬ, dV1», а затем переключателем «ДЕЛИТЕЛЬ, dV2». Если периодически загорается индикатор «ПЕРЕГР», то переключите «ДЕЛИТЕЛЬ, dV1» на более высокий уровень. При измерении низкочастотных составляющих звука могут возникнуть флуктуации (колебания) стрелки прибора, тогда переключатель «РОД РАБОТЫ» переводят из положения «V» в «S».

Для определения результата измерения, показания светового диода по шкале dV M101 на передней панели ВШВ-003 складывают с показанием стрелки по шкале децибел. Для измерения уровня звукового давления по шкале «А» переключатель «ФИЛЬТРЫ» устанавливается в положение «А».

Измерение уровней звукового давления в октавных полосах проводится при положении переключателя «ФИЛЬТРЫ» в положении «лин».

После этого нужно нажать кнопку «ФИЛЬТРЫ ОКТАВНЫЕ, Hz» и переключателем «ФИЛЬТРЫ ОКТАВНЫЕ, Hz» включить необходимый октавный фильтр. Переключатель «ДЕЛИТЕЛЬ, dV1» оставляют в том положении, которое он занимал при измерении общего уровня звукового давления на характеристике «лин», а переключателем «ДЕЛИТЕЛЬ, dV2» стрелку показывающего прибора приводят в сектор 0–10 шкалы децибел.

Выполнение работы

1. Измерение уровня шума в акустической камере без использования средств шумоглушения.

Включить источник шума. Включить ВШВ-003 и произвести измерения уровня звукового давления во всех октавных полосах частот, а также общий уровень шума по шкале «А».

Выключить ВШВ-003 и источник шума.

Полученные данные занести в табл. 4.1. По данным измерения построить спектр шума и сравнить его с допустимыми значениями.

Вычислить значения требуемого снижения уровней звукового давления в октавных полосах частот и общего уровня звука. Занести полученные данные в табл. 4.1. Сделать выводы о возможности работы при измеренном уровне шума.

2. Определение эффективности установки звукопоглощающей облицовки.

Открыть крышку камеры и, не меняя положения микрофона и источника шума, установить щиты из звукопоглощающего материала по стенам и потолку камеры. Закрыть крышку камеры. Включить источник шума.

Включить ВШВ-003 и произвести измерение уровня звукового давления во всех октавных полосах частот, а также общий уровень шума по шкале «А».

Выключить ВШВ-003 и источник шума.

Результаты измерения занести в табл. 4.1. По данным измерения построить спектр шума и сравнить его с допустимым. По результатам измерения шума без звукопоглощающей облицовки и после ее установки определить эффективность использования звукопоглощающей облицовки, равную $L - L_{\text{обл}}$.

Данные занести в табл. 4.1. По формуле (4.1) рассчитать эффективность использования звукопоглощающей облицовки ΔL . Полученные данные записать в табл. 4.1. Сделать вывод по расчетным значениям ΔL и данным измерений.

3. Определение эффективности установки звукоизолирующего кожуха.

Открыть крышку камеры, надеть на источник шума звукопоглощающий кожух таким образом, чтобы он не касался источника шума. Закрыть крышку камеры.

Включить микрофон, ВШВ-003, произвести измерения уровня звукового давления в октавных полосах частот, общий уровень звука по шкале «А».

Выключить ВШВ-003 и источник шума, снять кожух, закрыть крышку камеры, результаты занести в табл. 4.1. По данным измерений построить спектр шума и сравнить его с допустимым (рис. 4.1). Определить эффективность установки кожуха, которая равна $L - L_{\text{кож}}$.

Данные расчета занести в табл. 4.1. По формуле (4.5) рассчитать эффективность установки кожуха $\Delta L_{\text{кож}}$. Полученные данные занести в табл. 4.1. Сделать выводы по расчетным значениям $\Delta L_{\text{кож}}$ и по данным измерений.

Результаты измерений

Параметры	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквива- лентные уровни звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. Измерение характери- стики шума в камере без средств шумоглуше- ния L :									
– со звукопоглощающей облицовкой $L_{обл}$									
– со звукоизолирующим кожухом $L_{кож}$									
– со звукоизолирующей перегородкой $L_{пер}$									
2. Нормируемая величи- на шума, $L_{доп}$									
3. $\Delta L = L - L_{доп}$									
4. Эффективность установки:									
– звукопоглощающей облицовки $L - L_{обл}$									
– звукоизолирующего кожуха $L - L_{кож}$									
– звукоизолирующей перегородки $L - L_{пер}$									

Структура работы

1. Теоретическая часть.
2. Описание приборов и оборудования.
3. Оформление результатов.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое шум?
2. Влияние шума на организм человека.
3. Гигиеническая характеристика шума.
4. Классификация шума по происхождению.

5. Классификация шума по времени воздействия.
6. Приборы для измерения шума.
7. Мероприятия по уменьшению вредного воздействия шума.
8. Нормирование шума.

Лабораторная работа № 5 **Исследование производственной вибрации и методы борьбы с ней**

Цель работы: ознакомиться с нормативными требованиями по ограничению вибрации в производственных помещениях; ознакомиться с методами расчетов виброизоляторов.

Общие сведения

Вибрация – колебания твердого тела около положения равновесия. Вибрация приводит тело или его части в колебательное движение с периодически противоположно направленными смещениями относительно положения равновесия.

Ощущение вибрации возникает при соприкосновении части тела с предметами, колеблющимися под воздействием какой-либо силы в вертикальном или горизонтальном направлении. При этом вибрация вызывает волнообразное движение с попеременным сдавливанием и растяжением тканей этой части тела.

Вибрация характеризуется параметрами:

- амплитудой перемещения;
- колебательной скоростью;
- колебательным ускорением.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) вибрации – уровень параметра вибрации, при котором ежедневная (кроме выходных дней) работа, но не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа, не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ вибрации не исключает нарушение здоровья у сверхчувствительных лиц.

Опасность воздействия вибрации заключается в том, что большинство внутренних органов человека обладают собственной частотой колебания, воздействие на организм колебаний с такой же частотой как у внутренних органов представляет опасность их смещения и механических повреждений.

Длительное воздействие вибрации на организм человека приводит к развитию преждевременного утомления, снижению производительности труда, росту заболеваемости и к возникновению профессиональной патологии – вибрационной болезни, которая занимает одно из первых мест в структуре хронических профессиональных заболеваний.

Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов, которые начинаются с концевых фалангов пальцев и распространяются на всю кисть, предплечье, захватывают сосуды сердца. Вследствие этого происходит ухудшение снабжения конечностей кровью. Одновременно наблюдается воздействие вибрации на нервные окончания, мышечные и костные ткани, выражающееся в нарушении чувствительности кожи, окостенении сухожилий мышц и отложениях солей в суставах кистей рук и пальцев, что приводит к болям, деформациям и уменьшению подвижности суставов. Все указанные изменения усиливаются в холодный и уменьшаются в теплый период года. При локальной вибрации наблюдаются нарушения деятельности центральной нервной системы, как и при общей вибрации.

В производственных условиях работа с ручными машинами, генерирующими преимущественно низкочастотную вибрацию, приводит к развитию вибрационной патологии с преимущественным поражением нервно-мышечного и опорно-двигательного аппарата и менее выраженным сосудистым нарушениям.

Систематическое воздействие общих вибраций может быть причиной вибрационной болезни – стойких нарушений физиологических функций организма, обусловленных преимущественно воздействием вибраций на центральную нервную систему. Эти нарушения проявляются в виде головных болей, головокружений, плохого сна, пониженной работоспособности, плохого самочувствия, нарушений сердечной деятельности.

К сопутствующим факторам производственной среды, усугубляющим вредное воздействие вибрации на организм, относятся чрезмерные мышечные нагрузки, шум высокой интенсивности, неблагоприятные микроклиматические условия.

По способу передачи на человека вибрация подразделяется на локальную и общую.

Локальная вибрация передается через руки человека, воздействует на ноги сидящего человека, предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями.

Общая вибрация передается через опорные поверхности на тело стоящего или сидящего человека.

Локальная вибрация в зависимости от источника возникновения подразделяется на передающуюся от:

– ручных машин с двигателем или ручного механизированного инструмента;

– органов управления машин и оборудования;

– ручных инструментов без двигателей и обрабатываемых деталей.

Общая вибрация в зависимости от источника ее возникновения подразделяется на:

– общую вибрацию 1-й категории – транспортную вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах транспортных средств при движении по местности. К источникам транспортной вибрации относят тракторы промышленные, автомобили грузовые и др.;

– общую вибрацию 2-й категории – транспортно-технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, а также на рабочих местах водителей легковых автомобилей и автобусов. К источникам транспортно-технологической вибрации относят краны промышленные, машины для загрузки (завалочные) мартеновских печей в металлургическом производстве, напольный производственный транспорт, автомобили легковые и автобусы и др.;

– общую вибрацию 3-й категории – технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. К источникам технологической вибрации относят: станки металло- и деревообрабатывающие, литейные машины, электрические машины и вентиляторы и др.

По направлению действия вибрация подразделяется на:

– общую вибрацию, действующую вдоль осей ортогональной системы координат X_q , Y_q , Z_q , где X_q (от спины к груди) и Y_q (от правого плеча к левому) – горизонтальные оси, направленные параллельно опорным поверхностям; Z_q – вертикальная ось, перпендикулярная опорным поверхностям тела в местах его контакта с сиденьем, полом и т. п.;

– локальную вибрацию, действующую вдоль осей ортогональной системы координат $X_{л}$, $Y_{л}$, $Z_{л}$, где ось $X_{л}$ совпадает или параллельна оси места охвата источника вибрации (рычага управления, удерж-

живаемого в руках обрабатываемого изделия и т. п.), ось $Y_{\text{л}}$ перпендикулярна ладони, а ось $Z_{\text{л}}$ лежит в плоскости, образованной осью $X_{\text{л}}$ и направлением приложения силы или подачи обрабатываемого изделия (или осью предплечья, когда сила не прикладывается).

По временным характеристикам вибрация подразделяется на:

– постоянную вибрацию, для которой величина нормируемых параметров изменяется не более чем в 2 раза (6 дБ) за время наблюдения при измерении с постоянной времени 1 с;

– непостоянную вибрацию, для которой величина нормируемых параметров изменяется более чем в 2 раза (6 дБ) за время наблюдения при измерении с постоянной времени 1 с, в том числе:

а) колеблющуюся во времени вибрацию, для которой величина нормируемых параметров непрерывно изменяется во времени;

б) прерывистую вибрацию, когда контакт человека с вибрацией прерывается, причем длительность интервалов, в течение которых имеет место контакт, составляет более 1 с;

в) импульсную вибрацию, состоящую из одного или нескольких вибрационных воздействий (например, ударов), каждый длительностью менее 1 с.

Общая и местная вибрация по разному действуют на организм человека, поэтому для них установлены и разные предельно допустимые значения. Различают гигиеническое и техническое нормирование.

При гигиеническом нормировании производят ограничение параметров вибрации рабочих мест и поверхности контакта с руками работающих, исходя из физиологических требований, исключающих возможность возникновения виброболезни.

При техническом нормировании осуществляют ограничение параметров вибрации с учетом не только ранее указанных требований, но и технически достижимого для данного вида машин уровня вибрации. При этом учитывают условия установки и режим работы стационарного виброактивного технологического оборудования.

Нормируемыми параметрами при гигиенической оценке вибрации является:

– среднее квадратическое значение скоростей;

– среднее квадратическое значение виброускорения (для местной вибрации).

Общая вибрация нормируется с учетом свойств источника ее возникновения и делится на:

– транспортную (в результате движения машин по местности);

– транспортно-технологическую (при работе машин, выполняющих технологические операции в стационарном положении и при перемещении по специально подготовленному пространству);

– технологическую (при работе стационарных машин или передается на рабочие места, не имеющие источников вибрации).

Наиболее высокие требования предъявляются при нормировании технологических вибраций в помещениях для умственного труда и в цехах без источника вибраций.

Мероприятия по устранению вибрации подразделяются на:

- а) инженерно-технические;
- б) организационные;
- в) лечебно-профилактические.

Инженерно-технические мероприятия включают:

а) внедрение средств автоматизации и прогрессивной технологии, исключающих контакт работающих с вибрацией;

б) изменение конструктивных параметров машин, технологического оборудования.

Организационные мероприятия включают:

- а) контроль за монтажом оборудования;
- б) своевременный и качественный ремонт;
- в) выполнение правил технической эксплуатации машин.

Лечебно-профилактические мероприятия обеспечивают необходимый микроклиматический режим и комплекс физико-терапевтических процедур (водные ванны, массаж, гимнастика и ультрафиолетовое облучение).

Средства защиты от вибрации:

1) устройства: оградительные, виброизолирующие, виброгасящие, вибропоглощающие;

2) средства автоматического контроля, сигнализации, дистанционного управления.

Виброизолирующие устройства предназначены для уменьшения уровня вибрации, передаваемой от их источника работающему. Выполняется это путем введения в колебательную систему промежуточной упругой связи (при стационарной установке оборудования это можно выполнить специальным устройством фундамента или использованием виброизолирующих опор; под станины можно укладывать прослойку из виброизоляционного материала).

Эффективность виброизоляции определяется коэффициентом передачи:

$$КП = F_{\text{осн}} / F_{\text{маш}}$$

Коэффициент учитывает отношение силы $F_{\text{осн}}$, действующий на основание при наличии упругой связи, к силе $F_{\text{маш}}$, действующей при жесткой связи (1/8–1/5).

Вибропоглощение – это уменьшение уровня вибраций по средствам превращения энергии механических колебаний в другие виды энергии.

Вибропоглощение может быть выполнено с помощью:

- использования конструктивных материалов с большим внутренним трением;
- нанесением на поверхность изделия слоя упруговязких материалов, обладающим большим внутренним трением;
- использования поверхностного трения при введении в конструкцию дополнительного поглощающего элемента или покрытия, увеличивающего активные потери в системе;
- перевода механической колебательной энергии в энергию токов Фуко или электромагнитного поля.

Конструктивные материалы, наиболее полно отвечающие требованиям вибропоглощения – это пластмассы, капрон, текстолит, резина.

Средства индивидуальной защиты от вибрации

Для защиты от общей вибрации применяют обувь с амортизирующими подошвами. Она предназначена для защиты от общей вертикальной вибрации в диапазоне частот >11 Гц, от вибрации и ударов энергии до 5 Дж.

Для защиты рук применяют упругодемпфирующие материалы:

- рукавицы с упругодемпфирующими вкладышами;
- рукавицы и перчатки с мягкими наладонниками;
- упругодемпфирующие прокладки и пластины для обхвата вибрирующих рукояток и деталей.

Расчет виброизоляции

1. Определить собственную частоту колебаний виброустановки f , Гц:

$$f = \frac{\omega}{60} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\delta_{\text{ст}}}}, \quad (5.1)$$

где g – ускорение свободного падения; $\delta_{\text{ст}}$ – статическая осадка виброизоляторов под действием массы установки; принимаем $\delta_{\text{ст}} = 0,2$ см.

2. Определить диапазон частоты вращения электродвигателя, где сказывается эффект виброизоляции по условию

$$f > f_{эф} = f_z \sqrt{2},$$

$$N > N_{эф} = 60 f_{эф},$$

$$f = 16; 24; 31,5; 63.$$

3. Определить диапазон частоты вращения электродвигателя, где не сказывается эффект виброизоляции по условию

$$f < f_{эф}, \quad f = N/60,$$

$$N < N_{эф}.$$

Результаты занести в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Результаты измерений

Диапазон частот вращения, в которых изучали вибрацию			
даёт эффект виброизоляции		не даёт эффект виброизоляции	
$f > f_{эф} = f_z \sqrt{2}, \text{ Гц}$	$N > N_{эф} = 60 f_{эф}, \text{ об/мин}$	$f < f_{эф}, \text{ Гц}$	$N < N_{эф}, \text{ об/мин}$

4. Определить коэффициент передачи:

$$КП = \frac{1}{\left(\frac{f}{f_z}\right)^2 - 1}. \quad (5.2)$$

5. Определить величину виброизоляции, дБ:

$$ВИ = 20 \lg\left(\frac{1}{КП}\right).$$

Полученные значения занести в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Результаты расчетов

$f_z, \text{ Гц}$	$f, \text{ Гц}$	$КП = \frac{1}{\left(\frac{f}{f_z}\right)^2 - 1}$	$ВИ = 20 \lg\left(\frac{1}{КП}\right), \text{ дБ}$

Структура работы

1. Теоретическая часть.
2. Оформление результатов.
3. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое вибрация?
2. Как влияет вибрация на человека?
3. Классификация вибрации по способу передачи человеку.
4. Классификация вибрации по времени воздействия.
5. Гигиеническое нормирование.
6. Техническое нормирование.
7. Средства защиты от вибрации.
8. Расчет виброизоляции.
9. Расчет резиновых виброизоляторов.
10. Расчет пружинных виброизоляторов.

Лабораторная работа № 6

Расчет заземления для электроустановки

Цель работы: изучить теоретические основы электробезопасности; ознакомиться с методами расчетов заземления.

Теоретическая часть

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Основные причины несчастных случаев от воздействия электрического тока следующие:

- случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- появление напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования (корпусах, кожухах и т. п.) в результате повреждения изоляции и других причин;
- появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки;

– возникновение шагового напряжения на поверхности земли в результате замыкания провода на землю.

Проходя через организм, электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое действия.

Термическое действие выражается в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов и других тканей. Электролитическое действие выражается в разложении крови и других органических жидкостей, что вызывает значительные нарушения их физико-химических составов.

Биологическое действие является особым специфическим процессом, свойственным лишь живой материи. Оно выражается в раздражении и возбуждении живых тканей организма (что сопровождается произвольными судорожными сокращениями мышц), а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов. В результате могут возникнуть различные нарушения в организме, в том числе нарушение и даже полное прекращение деятельности органов дыхания и кровообращения. Раздражающее действие тока на ткани организма может быть *прямым*, когда ток проходит непосредственно по этим тканям, и *рефлекторным*, т. е. через центральную нервную систему, когда путь тока лежит вне этих тканей.

Действие электрического тока приводит к электротравмам, которые условно можно свести к двум видам: *местным электротравмам* и *общим электротравмам* (электрическим ударам).

Исход воздействия тока зависит от следующих факторов: величины и длительности протекания через тело человека тока, рода и частоты тока, электрического сопротивления тела человека, пути тока в организме и индивидуальных свойств человека.

Включение человека в цепь может произойти по нескольким схемам:

- между проводом и землей – однофазное включение;
- между двумя проводами – двухфазное включение. Эти схемы характерны для трехфазных сетей переменного тока.
- возможно включение между двумя проводами и землей одновременно;
- между двумя точками земли, имеющие разные потенциалы и т. п. (шаговое напряжение).

Мероприятия по защите обеспечивают недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, пониженное напряже-

ние, заземление и зануление электроустановок, автоматическое защитное отключение, индивидуальную защиту.

Защитные средства. Защитными средствами называют приборы, аппараты и переносные приспособления, предназначенные для защиты персонала, работающего у электроустановок, от поражения электрическим током и электрической дугой.

Изолирующие средства подразделяют на основные и дополнительные.

К основным средствам относятся такие, которые надежно выдерживают рабочее напряжение электроустановки и с их помощью человек может касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением.

При обслуживании установок напряжением выше 1000 В, к основным средствам относятся оперативные и измерительные штанги, изолирующие и токоизмерительные клещи, указатели напряжения, изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ.

При обслуживании установок напряжением до 1000 В к основным средствам относятся оперативные штанги и клещи, диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными ручками, указатели напряжения.

Дополнительные средства сами по себе не могут обеспечить безопасность и применяются только в дополнение к основным.

При обслуживании установок напряжением выше 1000 В к дополнительным средствам относятся диэлектрические перчатки, диэлектрические боты, диэлектрические коврики, изолирующие подставки на фарфоровых изоляторах

При обслуживании установок напряжением до 1000 В к дополнительным средствам относятся диэлектрические галоши, диэлектрические резиновые коврики, изолирующие подставки.

Расчет заземления для электроустановки

Целью расчета является определение числа вертикальных заземлителей, их размеров и размещения, при котором напряжения прикосновения и шага в период замыкания фазы на заземленный корпус не будут превышать безопасных значений.

Согласно исходных данных (табл. 6.1) необходимо произвести расчет заземляющего устройства для электроустановки напряжением свыше 1000 В.

Исходные данные для расчета

Наименование	Данные
1. Напряжение электроустановок, В	свыше 1000
2. Грунт	песок
3. Удельное сопротивление грунта ρ , Ом · м	700
4. Тип заземлителя и размеры сечения d , мм.	стальной стержень $\varnothing 20$ мм
5. Длина стержня заземлителя l , м	5
6. Расстояние между стержнями a , м	15
7. Отношение расстояния между заземлителями к их длине a/l	3
8. Глубина заложения верхних концов стержней и соединительных проводников H_0 , м	0,7
9. Способ заложения заземлителей	по контуру
10. Суммарная мощность электроустановок	>100 кВА
11. Размеры сечения заземляющих соединений, мм	стальной стержень, $\varnothing 6$ мм
13. Коэффициент ($\eta_{ст}$) использования вертикального стержневого заземлителя	0,45
14. Допустимое сопротивление $R_{доп}$, Ом	10
15. Коэффициент ($\eta_{пот}$) использования одиночной полосы соединительного провода	0,76

1. Рассчитать сопротивление одиночного заземлителя ($R_{ст.од}$, Ом) растеканию тока по формуле

$$R_{ст.од} = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H+l}{4H-l} \right), \quad (6.1)$$

где H – длина проводника, м:

$$H = H_0 + \frac{l}{2}, \text{ м.} \quad (6.2)$$

2. Определить количество стержневых заземлителей (n , шт.) без учета работы соединительных полос как заземлителей и их влияние на экранирование:

$$n = \frac{R_{ст.од}}{\eta_{ст} \cdot R_{доп}}, \quad (6.3)$$

где $\eta_{ст}$ – коэффициент использования вертикального стержневого заземлителя, принимается 0,45 (при отношении расстояния между заземлителем к их длине, равному 3, и предварительному числу зазем-

лителей, равному 20, учитывая размещение по контуру); $R_{\text{доп}} = 10$ Ом при напряжении свыше 1000 В и суммарной мощности более 100 кВА.

Количество заземлителей принимается за целое число.

3. Длина соединительной полосы заземлителя, м, вычисляется по формуле

$$L_{\text{пол1}} = 1,05 \cdot a \cdot (n - 1), \quad (6.4)$$

$$L_{\text{общ}} = 2 \cdot l_{\text{пол}}. \quad (6.5)$$

4. Определить сопротивление растеканию тока полосы соединительного провода как заземлителя, Ом, по формуле

$$R_{\text{пол}} = \frac{\rho}{2\pi l_{\text{общ}}} \ln \frac{l_{\text{общ}}^2}{d \cdot H_0}. \quad (6.6)$$

5. Сопротивление группового искусственного заземлителя $R_{\text{гр}}$, состоящего из стержневых заземлителей и полос, равно

$$R_{\text{гр}} = \frac{R_{\text{пол}} \cdot R_{\text{ст.од}}}{(R_{\text{пол}} \cdot \eta_{\text{ст}} \cdot n) + (R_{\text{ст.од}} \cdot \eta_{\text{пол}})}, \quad (6.7)$$

где $\eta_{\text{пол}}$ – коэффициент использования одиночной полосы соединительного провода; принимается $\eta_{\text{пол}} = 0,76$.

6. Сравнить сопротивление группового заземляющего устройства растеканию тока с допустимым сопротивлением. Должно выполняться условие $R_{\text{гр}} < R_{\text{доп}}$, удовлетворяющее требованиям «Правил устройства электроустановок».

Результаты расчета свести в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Результаты расчетов

Сопротивление одиночного заземлителя $R_{\text{ст.од}}$, Ом	Количество стержневых заземлителей n , шт.	Длина соединительной полосы заземлителя $L_{\text{общ}}$, м	Сопротивление растеканию тока $R_{\text{пол}}$, Ом	Сопротивление группового искусственного заземлителя $R_{\text{гр}}$, Ом

Структура работы

1. Теоретическая часть.
2. Оформление результатов.
3. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое электробезопасность?
2. Основные причины несчастных случаев от воздействия электрического тока.
3. Действие электрического тока.
4. Факторы, влияющие на исход воздействия электрического тока.
5. Мероприятия по защите от электрического тока.
6. Основные защитные средства.
7. Дополнительные защитные средства.

Литература

1. Конституция Республики Беларусь // Нац. реестр Респ. Беларусь. – 1999. – № 1.
2. Трудовой кодекс Республики Беларусь. – Минск : Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 1999. – 192 с.
3. Лазаренков, А. М. Охрана труда : учебник / А. М. Лазаренков. – Минск : БНТУ, 2004. – 497 с.
4. Охрана труда в машиностроении / под ред. Е. Я. Юдина, С. В. Белова. – Москва : Машиностроение, 1983. – 432 с.
5. Охрана труда : лаборатор. практикум / под общ. ред. А. М. Лазаренкова. – Минск : Технопринт, 2002. – 181 с.
6. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений : СанПиН 9–80 РБ 98. – Введ. 25.03.98. – Минск : Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья, 1998.
7. Вредные вещества в промышленности : справочник : в 3 ч. Ч. 1 / под ред. Н. В. Лазарева. – Москва : Химия, 1971.
8. Естественное и искусственное освещение : СНБ 2.04.05–2008. – Введ. 01.12.02. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 1998. – 58 с.
9. Вибрационная безопасность. Общие требования : ГОСТ 12.1.012–90. ССБТ. – Введ. 01.07.05. – Межгосударств. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2005.
10. Шум. Общие требования безопасности : ГОСТ 12.1.003–83. – Введ. 01.07.84. – Москва : Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1983.
11. Безопасность производственных процессов : справочник / под ред. С. В. Белова. – Москва : Машиностроение, 1985. – 448 с.
12. Справочная книга по охране труда в машиностроении / под ред. О. Н. Русака. – Ленинград : Машиностроение, 1989. – 541 с.
13. Иванов, Б. С. Охрана труда в литейном и термическом производстве : учеб. для учащихся ссузов / Б. С. Иванов. – Москва : Машиностроение, 1990. – 224 с.
14. Работы литейные. Требования безопасности: ГОСТ 12.3.027–92. ССБТ. – Введ. 01.01.93. – Минск : Межгосударств. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1993.
15. Баратов, А. Н. Пожарная безопасность / А. Н. Баратов, В. А. Пчелинцев. – Москва : Стройиздат, 1997.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица П.1.1

Оптимальные и допустимые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха

Период года	Категория работ	Температура, °С				Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с		
		оптимальная	допустимая		оптимальная	допустимая на рабочих местах (постоянных и непостоянных), не более	оптимальная, не более	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных*		
			верхняя граница	нижняя граница						
			на рабочих местах							
постоянных	непостоянных	постоянных	непостоянных							
Холодный период года	Легкая–Iа	22–24	25	26	21	18	40–60	75	0,1	не более 0,1
	Легкая–Iб	21–23	24	25	20	17	40–60	75	0,1	не более 0,2
	Средней тяжести–IIа	18–20	23	24	17	15	40–60	75	0,2	не более 0,3
	Средней тяжести–IIб	17–19	21	23	15	13	40–60	75	0,2	не более 0,4
	Тяжелая–III	16–18	19	20	13	12	40–60	75	0,3	не более 0,5
Теплый период года	Легкая–Iа	23–25	28	30	22	20	40–60	55 при 28 °С	0,1	0,1–0,3
	Легкая–Iб	22–24	28	30	21	19	40–60	60 при 27 °С	0,2	0,1–0,3
	Средней тяжести–IIа	21–23	27	29	18	17	40–60	65 при 26 °С	0,3	0,2–0,4
	Средней тяжести–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

*Большая скорость движения воздуха в теплый период года соответствует максимальной температуре воздуха, меньшая – минимальной температуре.

Приложение 2

Таблица П.2.1

Нормы производственного освещения

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение				
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации	
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения		
						всего	в том числе от общего			
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	малый	темный	5000	500	–	20	10
						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	светлый средний	1500	200	400	20	10			
Очень высокой точности	0,15–0,30	II	а	малый	темный	4000	400	–	20	10
						3500	400	–	10	10
			б	малый средний	средний темный	3000	300	750	20	10
						2500	300	600	10	10

Продолжение табл. П.2.1

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение				
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации	
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения		
						всего	в том числе от общего			
			в	малый	светлый	2000	200	500	20	10
					средний	1500	200	400	10	10
				большой	светлый	1000	200	300	20	10
					средний	750	200	200	10	10
Высокой точности	0,3–0,5	III	а	малый	темный	2000	200	500	40	15
					1500	200	400	20	15	
			б	малый	1000	200	300	40	15	
				средний	750	200	200	20	15	
			в	малый	750	200	300	40	15	
средний	600	200		200	20	15				
большой	600	200	200	20	15					
г	средний	светлый	400	200	200	40	15			
		большой	400	200	200	40	15			

Продолжение табл. П.2.1

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение				
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации	
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения		
						всего	в том числе от общего			
Средней точности	0,5–1,0	IV	а	малый	темный	750	200	300	40	20
			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	светлый средний	–	–	200	40	20
Малой точности	1–5	V	а	малый	темный	400	200	300	40	20
			б	малый средний	средний темный	–	–	200	40	20
			в	малый средний большой	светлый средний темный	–	–	200	40	20
			г	средний большой	светлый средний	–	–	200	40	20

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение				
						Освещенность, лк		При системе общего освещения	Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации	
						При системе комбинированного освещения				
						всего	в том числе от общего			
Грубая	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	–	–	200	40	20	
Работа со светящимися материалами в горячих цехах	Независимо от размера объекта различения	VII		То же	–	–	200	40	20	
Общее наблюдение за ходом производственного процесса		VIII	а	–	–	–	200	40	20	
Периодическое при постоянном пребывании людей в помещении			б	–	–	–	75	–	–	
Периодическое при периодическом пребывании людей в помещении			в	–	–	–	50	–	–	
Общее наблюдение за инженерными коммуникациями			г	–	–	–	20	–	–	

Таблица П.2.2

Значение КЕО при совмещенном освещении

Разряд зрительных работ	Наименьшее нормирование значение КЕО e_n , %, при совмещенном освещении	
	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
I	3	1,2
II	2,5	1
III	2	0,7
IV	1,5	0,5
V и VI	1	0,3
VI	0,7	0,2

Таблица П.2.3

Нормируемая освещенность

Нормируемая освещенность, лк	0,5	1	2	3	5	10	20	30	50
$I_{\text{макс}}$, кД	100	150	250	300	400	700	1400	2100	3500

Таблица П.2.4

Минимальная освещенность в горизонтальной плоскости

Освещаемые объекты	Наибольшая интенсивность движения в обоих направлениях, ед./ч	Минимальная освещенность в горизонтальной плоскости, лк
Проезды	50–150	3
	10–50	2
	менее 10	1
Пешеходные дорожки	более 100	2
	20–100	1
	20	0,5
Ступени и площадки лестниц	–	3
Предзаводские участки, не относящиеся к территории города	–	2

Таблица П.2.5

**Высота установки светильников, в зависимости
от типа применяемых ламп**

Светораспределение светильников	Наибольший световой поток ламп, лм	Наименьшая высота установки светильников, м	
		при лампах накаливания	при разрядных лампах
Полуширокое	менее 5000	6,5	7
	5000–10000	7	8
	20000–30000	7,5	9
	30000–40000	–	10
	более 40000	–	11,5
Широкое	менее 5000	7	7,5
	5000–10000	8	8,5
	20000–30000	9	9,5
	30000–40000	–	11,5
	более 40000	–	13

Таблица П.2.6

Нормы освещения кабинетов и лабораторий

Помещения	Высота горизонтальной плоскости над полом, м	Разряд и подразряд зрительных работ по СанПиН	Искусственное освещение				Естественное освещение
			Освещение рабочих поверхностей, лк		Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более	
Кабинеты и рабочие комнаты	0,8	Б-1	400/200	300			60/40
Лаборатории	0,8	А-2	500/300	400	40	10/15	1,2

Приложение 3

Таблица П.3.1

Допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование, проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность; рабочие места в помещениях – дирекции, проектно-конструкторском бюро, программистов, лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных 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 управления, конторских помещениях, лабораториях	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
3. Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и сигналами, работа, требующая постоянного слухового контроля, операторская работа, диспетчерская работа; рабочие места в помещениях диспетчерской службы, дистанционного управления с телефонной связью, машинописных бюро, участки точной сборки, помещениях мастеров	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4 Работа, требующая сосредоточения, работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения; рабочие места в лабораториях с шумным оборудованием	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5 Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в пп. 1–4 и аналогичных им) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и территории предприятия	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Допустимые уровни звука

Назначение района застройки, территории	Допустимые уровни звука L , дБА	
	от 7 до 23 ч	с 23 до 7 ч
1. Курортные и лечебно-оздоровительные районы	40	30
2. Территории больниц и санаториев	45	35
3. Территории и зоны массового отдыха	50	—
4. Новый проектируемый жилой район города	55	45
5. Реконструируемый жилой район со сложившейся застройкой	60	50
6. Промышленные районы	65	55

Содержание

<i>Лабораторная работа № 1. Исследования метеорологических условий рабочей зоны производственных помещений.....</i>	<i>3</i>
<i>Лабораторная работа № 2. Исследование запыленности и загазованности воздушной среды производственных помещений</i>	<i>10</i>
<i>Лабораторная работа № 3. Исследование освещенности в производственных помещениях.....</i>	<i>18</i>
<i>Лабораторная работа № 4. Исследование производственного шума и методы борьбы с ним.....</i>	<i>32</i>
<i>Лабораторная работа № 5. Исследование производственной вибрации и методы борьбы с ней.....</i>	<i>41</i>
<i>Лабораторная работа № 6. Расчет заземления для электроустановки.....</i>	<i>48</i>
<i>Литература</i>	<i>54</i>
<i>Приложения</i>	<i>55</i>

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

Герасимова Ольга Валентиновна

ОХРАНА ТРУДА

**Лабораторный практикум
для студентов специальности 1-36 02 01
«Машины и технология литейного производства»
дневной и заочной форм обучения**

Электронный аналог печатного издания

Редактор

В. В. Вороник

Компьютерная верстка

Н. Б. Козловская

Подписано в печать 19.05.10.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 3,93. Уч.-изд. л. 3,9.

Изд. № 227.

E-mail: ic@gstu.by

<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0549424 от 08.04.2009 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.