

КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТОК
СРОКОВ ВОЗВРАТА

КНИГА ДОЛЖНА БЫТЬ
ВОЗВРАЩЕНА НЕ ПОЗЖЕ
УКАЗАННОГО ЗДЕСЬ СРОКА

Колич. пред. выдан.

8699093.01	Самойлов
5888 16.03.01	Варвочин
6169 5.04.01	Никадинов
6042 15.05.01	Карпенков
6461 29.03.01	Новиков
690356.08	Дерев
2451 12.02.09	Тимина

З ТМО Т. 3.600.000 З. 3837-89

Министерство образования Российской Федерации

Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева

Новомосковский институт

Н.П. Фандеев, А.А. Мишанова, О.А. Коледенкова, Г.Н. Сухачева

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Часть II

Определение концентрации вредных веществ
в воздухе рабочей зоны

Методические указания

Новомосковск 2000

УДК 658.345:66.013.8(075.8)
ББК 28.081
Б 40

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент *В.Т. Леонов*
(зав. кафедрой ТНВ НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева)

Составители: Фандеев Н.П. и др.

Б 40 **Безопасность жизнедеятельности. Ч. II. Определе-
ние концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны:**
Методические указания: Учеб. пособие / НИ РХТУ им.
Д.И. Менделеева; Сост.: Фандеев Н.П., Мишанова А.А., Ко-
леденкова О.А., Сухачева Г.Н. Новомосковск, 2000. - 52 с.

Ил. 7. Табл. 8. Библиогр.: назв.

УДК 658.345:66.013.8(075.8)
ББК 28.081

© Новомосковский институт
Российского химико-техно-
логического университета
им. Д.И. Менделеева, 2000

ВВЕДЕНИЕ

Критерием безопасности техносферы являются ограничения, вводимые на концентрации веществ в жизненном пространстве.

Концентрации регламентируют, исходя из предельно допустимых значений концентраций этих веществ в жизненном пространстве:

$$C_i \leq ПДК,$$

где: C_i – концентрация i -го вещества в жизненном пространстве;

$ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества в жизненном пространстве.

Конкретные значения ПДК устанавливаются нормативными актами Госсанэпиднадзора Минздрава РФ.

Лабораторные работы, представленные в этом пособии, помогут студентам практически изучить методы определения концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны с целью создания безопасных условий труда.

Лабораторный практикум содержит описания и методики проведения лабораторных работ по определению газовых и пылевых примесей в воздухе рабочей зоны.

В пособие включены необходимые справочные материалы.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

В настоящее время известно около 7 млн. химических веществ и соединений, из которых около 500 тыс. находят применение в деятельности человека.

Вредным называется вещество, которое при контакте с организмом человека может вызвать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Химические вещества (органические, неорганические, элементарноорганические) в зависимости от их практического использования классифицируются на:

- промышленные яды, используемые в производстве, например, органические растворители (дихлорэтан), топливо (пропан, бутан), красители (анилин);
- ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве: пестициды (гексахлорэтан), инсектициды (карбофос) и др.;
- лекарственные средства;
- бытовые химикаты, используемые в виде пищевых добавок (уксусная кислота), средства санитарии, личной гигиены, косметики и т.д.;
- биологические растительные и животные яды, которые содержатся в растениях и грибах (аконит, цикута), у животных и насекомых (змей, пчел, скорпионов);
- отравляющие вещества (ОВ): зарин, иприт, фосген и др.

Ядовитые свойства могут проявить все вещества, даже такие, как поваренная соль в больших дозах или кислород при повышенном давлении. Однако к ядам принято относить лишь те, которые свое вредное действие проявляют в обычных условиях и в относительно небольших количествах.

К промышленным ядам относится большая группа химических веществ и соединений, которые в виде сырья, промежуточных или готовых продуктов встречаются в производстве.

В организм промышленные химические вещества могут проникать через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и кожу. Однако основным путем поступления являются легкие. Помимо острых и хронических профессиональных интоксикаций промышленные яды могут быть причиной понижения устойчивости организма и повышенной общей заболеваемости.

Бытовые отравления чаще всего возникают при попадании яда в желудочно-кишечный тракт (ядохимикатов, бытовых химикатов, лекарственных веществ). Возможны острые отравления и заболевания при попадании яда непосредственно в кровь, например, при укусах змеями, насекомыми, при инъекциях лекарственных веществ.

Токсическое действие вредных веществ характеризуется показателями токсикометрии, в соответствии с которыми вещества классифицируются на чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, умеренно токсичные и малотоксичные. Эффект токсического действия различных веществ зависит от количества, попавшего в организм вещества, его физических свойств, длительности поступления, химизма взаимодействия с биологическими средами (кровью, ферментами). Кроме того, эффект зависит от пола, возраста, индивидуальной чувствительности, путей поступления и выведения, распределения в организме, а также метеорологических условий и других сопутствующих факторов окружающей среды.

Общая токсикологическая классификация вредных веществ приведена в табл. 1.

Таблица 1

Токсикологическая классификация вредных веществ

Общее токсическое воздействие	Токсичные вещества
Нервно-паралитическое действие (бронхоспазм, удушье, судороги и параличи)	Фосфорорганические инсектициды (хлорофос, карбофос, никотин, ОВ и др.)
Кожно-резорбтивное действие (местные воспалительные и некротические изменения в сочетании с общебиологическими резорбтивными явлениями)	Дихлорэтан, гексахлоран, уксусная эссенция, мышьяк и его соединения, ртуть (сулема)
Общетоксическое действие (гипоксические судороги, кома, отек мозга, параличи)	Синильная кислота и ее производные, угарный газ, алкоголь и его суррогаты, ОВ
Удушающее действие (токсический отек легких)	Оксиды азота, ОВ
Слезоточивое и раздражающее действие (раздражение наружных слизистых оболочек)	Пары крепких кислот и щелочей, хлорпикрин, ОВ
Психотическое действие (нарушение психотической активности, сознания)	Наркотики, атропин

Яды наряду с общей обладают избирательной токсичностью, т.е. они представляют наибольшую опасность для определенного органа или системы организма. По избирательной токсичности выделяют яды:

- сердечные с преимущественным кардиологическим действием; к этой группе относят многие лекарственные препараты, растительные яды, соли металлов (бария, калия, кобальта, кадмия);
- нервные, вызывающие нарушение преимущественно психической активности (угарный газ, фосфорорганические соединения, алкоголь и его суррогаты, наркотики, снотворные лекарственные препараты и др.);
- печеночные, среди которых особо следует выделить хлорированные углеводороды, ядовитые грибы, фенолы и альдегиды;
- почечные – соединения тяжелых металлов, этиленгликоль, щавелевая кислота;
- кровяные – анилин и его производные, нитриты, мышьяковистый водород;
- легочные – оксиды азота, озон, фосген и др.

Показатели токсикометрии и критерии токсичности вредных веществ – это количественные показатели токсичности и опасности вредных веществ. Токсический эффект при действии различных доз и концентраций ядов может проявиться функциональными и структурными (патоморфическими) изменениями или гибелью организма. В первом случае токсичность принято выражать в виде действующих, пороговых и недействующих доз и концентраций, во втором – в виде смертельных концентраций.

Смертельные или летальные дозы DL при введении в желудок или в организм другими путями или смертельные концентрации CL могут вызывать единичные случаи гибели (минимальные смертельные) или гибель всех организмов (абсолютно смертельные). В качестве показателей токсичности пользуются *среднесмертельными дозами и концентрациями*: DL_{50} , CL_{50} – это показатели абсолютной токсичности. Среднесмертельная концентрация вещества в воздухе CL_{50} – это концентрация вещества, вызывающая гибель 50% подопытных животных при 2-4-часовом ингаляционном воздействии (мг/м^3); среднесмертельная доза при введении в желудок (мг/кг), обозначается как DL^*_{50} , среднесмертельная доза при нанесении на кожу DL^*_{50} .

Степень токсичности вещества определяется отношением $1/DL_{50}$ и $1/CL_{50}$; чем меньше значения токсичности DL_{50} и CL_{50} , тем выше степень токсичности.

Об опасности ядов можно судить также по значениям порогов вредного действия (однократного, хронического) и порога специфического действия.

Порог вредного действия (однократного или хронического) – это минимальная (пороговая) концентрация (доза) вещества, при воздействии которой в организме возникают изменения биологических показателей на организменном уровне, выходящие за пределы приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология. Порог однократного действия обозначается Lim_{ac} , порог хронического Lim_{ch} , порог специфического Lim_{sp} .

Опасность вещества – это вероятность возникновения неблагоприятных для здоровья эффектов в реальных условиях производства или применения химических соединений.

Возможность острого отравления может оцениваться коэффициентом опасности внезапного острого ингаляционного отравления (КОВОИО):

$$\text{КОВОИО} = C_{20}/(CL_{50}\lambda) \quad (1)$$

где C_{20} – насыщенная концентрация при температуре 20 °С; λ – коэффициент распределения газа между кровью и воздухом.

При утечке газа или летучего вещества возможность острого отравления тем выше, чем выше насыщающая концентрация при температуре 20 °С. Если КОВОИО меньше 1 – опасность острого отравления мала, если КОВОИО выражается единицами, десятками и более, существует реальная опасность острого отравления при аварийной утечке промышленного яда, например, для паров этанола КОВОИО меньше 0,001, хлороформа около 7, формальгликоля около 600.

Если невозможно определить значение λ , то вычисляют коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО):

$$\text{КВИО} = C_{20}/CL_{50} \quad (2)$$

О реальной опасности развития острого отравления можно судить также по значению зоны острого действия. Зона острого (однократного) токсического действия Z_{ac} – это отношение среднесмертельной концентрации (дозы) вещества CL_{50} к пороговой концентрации (дозе) при однократном воздействии C_{min} : $Z_{ac} = CL_{50}/C_{min}$. Чем меньше зона, тем больше возможность острого отравления, и наоборот.

рот. Показателем реальной опасности развития хронической интоксикации является значение зоны хронического действия Z_{ch} , т.е. отношение пороговой концентрации (дозы) при однократном воздействии C_{min} к пороговой концентрации (дозе) при хроническом воздействии Lim_{ch} . Чем больше зона хронического действия, тем выше опасность $Z_{ch} = C_{min}/Lim_{ch}$. Показатели токсикометрии определяют класс опасности вещества, определяющим является тот показатель, который свидетельствует о наибольшей степени опасности. Например, озон, будучи веществом остронаправленного действия, относится к 1-му классу опасности, его ПДК = 0,1 мг/м³; оксид углерода относится также к веществам остронаправленного действия, однако по показателям острой и хронической токсичности для него установлена ПДК = 20 мг/м³, 4-й класс опасности. В приложении 1 приведена классификация производственных вредных веществ по степени опасности.

Отравления протекают в острой, подострой и хронической формах. *Острые отравления* чаще бывают групповыми и происходят в результате аварий, поломок оборудования и грубых нарушений требований безопасности труда; они характеризуются кратковременностью действия токсичных веществ не более, чем в течение одной смены; поступлением в организм вредного вещества в относительно больших количествах – при высоких концентрациях в воздухе; ошибочном приеме внутрь; сильном загрязнении кожных покровов. Например, чрезвычайно быстрое отравление может наступить при воздействии паров бензина, сероводорода высоких концентраций и закончиться гибелью от паралича дыхательного центра, если пострадавшего сразу же не вынести на свежий воздух. Оксиды азота вследствие общетоксического действия в тяжелых случаях могут вызвать развитие комы, судороги, резкое падение артериального давления.

Хронические отравления возникают постепенно, при длительном поступлении яда в организм в относительно небольших количествах. Отравления возникают вследствие накопления массы вредного вещества в организме (материальной кумуляции) или вызываемых ими нарушений в организме (функциональная кумуляция). Хронические отравления органов дыхания могут быть следствием перенесенной однократной или нескольких повторных острых интоксикаций. К ядам, вызывающим хронические отравления в результате только функциональной кумуляции, относятся хлорированные углеводороды, бензол, бензины и др.

При повторном воздействии одного и того же яда в субтоксической дозе может измениться течение отравления и кроме явления кумуляции развиться сенсibilизация и привыкание.

Сенсibilизация – состояние организма, при котором повторное воздействие вещества вызывает больший эффект, чем предыдущее. Эффект сенсibilизации связан с образованием в крови и других внутренних средах измененных и ставших чужеродными для организма белковых молекул, индуцирующих формирование антител. Повторное, даже более слабое токсическое воздействие с последующей реакцией яда с антителами вызывает извращенный ответ организма в виде явлений сенсibilизации. Более того, в случае предварительной сенсibilизации возможно развитие аллергических реакций, выраженность которых зависит не столько от дозы воздействующего вещества, сколько от состояния организма. Аллергизация значительно осложняет течение острых и хронических интоксикаций, нередко приводя к ограничению трудоспособности. К веществам, вызывающим сенсibilизацию, относятся бериллий и его соединения, карбонилы никеля, железа, кобальта, соединения ванадия и т.д.

При повторяющемся воздействии вредных веществ на организм можно наблюдать и ослабление эффектов вследствие привыкания. Для развития *привыкания* к хроническому воздействию яда необходимо, чтобы его концентрация (доза) была достаточной для формирования ответной приспособительной реакции и не чрезмерной, приводящей к быстрому и серьезному повреждению организма. При оценке развития привыкания к токсическому воздействию надо учитывать возможное развитие повышенной устойчивости к одним веществам после воздействия других. Это явление называют *толерантностью*.

На производстве, как правило, в течение рабочего дня концентрации вредных веществ не бывают постоянными. Они либо нарастают к концу смены, снижаясь за обеденный перерыв, либо резко колеблются, оказывая на человека интермиттирующее (непостоянное) действие, которое во многих случаях оказывается более вредным, чем непрерывное, так как частые и резкие колебания раздражителя ведут к срыву формирования адаптации. Неблагоприятное действие интермиттирующего режима отмечено при вдыхании оксида углерода CO.

Классификация веществ по характеру воздействия на организм и общие требования безопасности регламентируются нормативным документом Р 2.2.755–99. Согласно ему вещества подразде-

ляются на токсические, вызывающие отравление всего организма или поражающие отдельные системы (ЦНС, кроветворения), вызывающие патологические изменения печени, почек; раздражающие – вызывающие раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, глаз, легких, кожных покровов; сенсibilизирующие, действующие как аллергены (формальдегид, растворители, лаки на основе нитро- и нитрозосоединений и др.); мутагенные, приводящие к нарушению генетического кода, изменению наследственной информации (свинец, марганец, радиоактивные изотопы и др.); канцерогенные, вызывающие, как правило, злокачественные новообразования (циклические амины, ароматические углеводороды, хром, никель, асбест и др.); влияющие на репродуктивную (детородную) функцию (ртуть, свинец, стирол, радиоактивные изотопы и др.).

Три последних вида воздействия вредных веществ – мутагенное, канцерогенное, влияние на репродуктивную функцию, а также ускорение процесса старения сердечно-сосудистой системы относят к отдаленным последствиям влияния химических соединений на организм. Это специфическое действие, которое проявляется в отдаленные периоды, спустя годы и даже десятилетия. Отмечается появление различных эффектов и в последующих поколениях. Эта классификация не учитывает агрегатного состояния вещества, тогда как для большой группы аэрозолей, не обладающих выраженной токсичностью, следует выделить фиброгенный эффект действия ее на организм. К ним относятся аэрозоли дезинтеграции угля, угольнопородные аэрозоли, аэрозоли кокса (каменноугольного, пекового, нефтяного, сланцевого), саж, алмазов, углеродных волокнистых материалов, аэрозоли (пыли) животного и растительного происхождения, силикатсодержащие пыли, силикаты, алюмосиликаты, аэрозоли дезинтеграции и конденсации металлов, кремнийсодержащие пыли.

Попадая в органы дыхания, вещества этой группы вызывают атрофию или гипертрофию слизистой верхних дыхательных путей, а задерживаясь в легких, приводят к развитию соединительной ткани в воздухообменной зоне и рубцеванию (фиброзу) легких. Профессиональные заболевания, связанные с воздействием аэрозолей, пневмокониозы и пневмосклерозы, хронический пылевой бронхит занимают второе место по частоте среди профессиональных заболеваний в России.

В зависимости от природы пыли пневмокониозы могут быть различных видов: например, силикоз – наиболее частая и характерная форма пневмокониоза, развивающаяся при действии свободного диоксида кремния; силикатоз может развиваться при попадании в

легкие аэрозолей кремниевой кислоты; асбестоз – одна из агрессивных форм силикатоза, сопровождающаяся фиброзом легких и нарушениями функций нервной и сердечно-сосудистой систем.

Наличие фиброгенного эффекта не исключает общетоксического воздействия аэрозолей. К ядовитым пылям относят аэрозоли ДДТ, триоксид хрома, свинца, бериллия, мышьяка и др. При попадании их в органы дыхания помимо местных изменений в верхних дыхательных путях развивается острое или хроническое отравление.

Большинство случаев профессиональных заболеваний и отравлений связано с поступлением токсических газов, паров и аэрозолей в организм человека главным образом через органы дыхания. Этот путь наиболее опасен, поскольку вредные вещества поступают через разветвленную систему легочных альвеол ($100 - 120 \text{ м}^2$) непосредственно в кровь и разносятся по всему организму. Развитие общетоксического действия аэрозолей в значительной степени связано с размером частиц пыли, так как пыль с частицами до 5 мкм (так называемая респираторная фракция) проникает в глубокие дыхательные пути, в альвеолы, частично или полностью растворяются в лимфе и, поступая в кровь, вызывает картину интоксикации. Мелкодисперсную пыль трудно улавливать: она медленно оседает, витая в воздухе рабочей зоны.

Очень важно отметить комбинированное действие вредных веществ на здоровье человека. На производстве и в окружающей среде редко встречается изолированное действие вредных веществ; обычно работающий на производстве подвергается сочетанному действию неблагоприятных факторов разной природы (физических, химических) или комбинированному влиянию факторов одной природы, чаще ряду химических веществ. Комбинированное действие – это одновременное или последовательное действие на организм нескольких ядов при одном и том же пути поступления. Различают несколько типов комбинированного действия ядов в зависимости от эффектов токсичности: аддитивного, потенцированного, антагонистического и независимого действия.

Аддитивное действие – это суммарный эффект смеси, равный сумме эффектов действующих компонентов. Аддитивность характерна для веществ однонаправленного действия, когда компоненты смеси оказывают влияние на одни и те же системы организма, причем при количественно одинаковой замене компонентов друг другом токсичность смеси не меняется. Для гигиенической оценки воздушной среды при условии аддитивного действия ядов используют уравнение (3) в виде:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1, \quad (3)$$

где C_1, C_2, \dots, C_n – концентрации каждого вещества в воздухе, мг/м^3 ; $ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$ – предельно допустимые концентрации этих веществ, мг/м^3 .

Примером аддитивности является наркотическое действие смеси углеводородов (бензола и изопропилбензола).

При потенцированном действии (синергизме) компоненты смеси действуют так, что одно вещество усиливает действие другого. Эффект комбинированного действия при синергизме выше, больше аддитивного и это учитывается при анализе гигиенической ситуации в конкретных производственных условиях. Однако количественной оценки это явление не получило. Потенцирование отмечается при совместном действии диоксида серы и хлора; алкоголь повышает опасность отравления анилином, ртутью и некоторыми другими промышленными ядами. Явление потенцирования возможно только в случае острого отравления.

Антагонистическое действие – эффект комбинированного действия менее ожидаемого. Компоненты смеси действуют так, что одно вещество ослабляет действие другого, эффект – менее аддитивного. Примером может служить антидотное (обезвреживающее) взаимодействие между эзерином и атропином.

При независимом действии комбинированный эффект не отличается от изолированного действия каждого яда в отдельности. Комбинация веществ с независимым действием встречается достаточно часто, например бензол и раздражающие газы, смесь продуктов сгорания и пыли.

Наряду с комбинированным влиянием ядов возможно их комплексное действие, когда яды поступают в организм одновременно, но разными путями (через органы дыхания и желудочно-кишечный тракт, органы дыхания и кожу и т.д.).

Для ограничения неблагоприятного воздействия вредных веществ применяют гигиеническое нормирование их содержания в различных средах. В связи с тем, что требование полного отсутствия промышленных ядов в зоне дыхания часто невыполнимо, особую значимость приобретает *гигиеническая регламентация содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны* (ГН 2.2.5.686–98). Такая регламентация в настоящее время проводится в три этапа:

1) обоснование ориентировочного безопасного уровня воздействия (ОБУВ);

2) обоснование ПДК;

3) корректирование ПДК с учетом условий труда работающих и состояния их здоровья.

Установлению ПДК может предшествовать обоснование ОБУВ в воздухе рабочей зоны, атмосфере населенных мест, в воде, почве.

Ориентировочный безопасный уровень воздействия устанавливаются временно, на период, предшествующий проектированию производства. Значение ОБУВ определяется путем расчета по физико-химическим свойствам или путем интерполяции и экстраполяции в гомологических рядах (близких по строению) соединений или по показателям острой токсичности. ОБУВ должны пересматриваться через два года после их утверждения.

Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в продолжение 8 ч или при другой длительности, но не превышающей 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего или последующего поколений.

Исходной величиной для установления ПДК является порог хронического действия Lim_{ch} , в который вводится коэффициент запаса K_3 : $ПДК = Lim_{ch}/K_3$.

ПДК устанавливают на уровне в 2-3 раза более низком, чем Lim_{ch} . При обосновании коэффициента запаса учитывают КВИО, выраженные кумулятивные свойства, возможность кожно-резорбтивного действия, чем они значительнее, тем больше избираемый коэффициент запаса. При выяснении специфического действия – мутагенного, канцерогенного, сенсибилизирующего – принимают наибольшие значения коэффициента запаса (10 и более).

До недавнего времени ПДК химических веществ оценивали как максимально разовые $ПДК_{мр}$. Превышение их даже в течение короткого времени запрещалось. В последнее время для веществ, обладающих кумулятивными свойствами (меди, ртути, свинца и др.), для гигиенического контроля введена вторая величина – среднесменная концентрация $ПДК_{ср}$. Это средняя концентрация, полученная путем непрерывного или прерывистого отбора проб воздуха при суммарном времени не менее 75% продолжительности рабочей смены, или

средневзвешенная концентрация в течение смены в зоне дыхания работающих на месте постоянного или временного их пребывания.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать установленных ПДК. Содержание веществ в атмосферном воздухе населенных мест также регламентируется ПДК, при этом нормируется среднесуточная концентрация вещества. Кроме того, для атмосферы населенных мест устанавливают максимальную разовую величину.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе населенных мест – максимальные концентрации, отнесенные к определенному периоду осреднения (30 мин, 24 ч, 1 мес, 1 год) и не оказывающие при регламентированной вероятности их появления ни прямого, ни косвенного вредного воздействия на организм человека, включая отдаленные последствия для настоящего и последующих поколений, не снижающие работоспособности человека и не ухудшающие его самочувствия.

Максимальная (разовая) концентрация ПДК_{мр} – наиболее высокая из числа 30-минутных концентраций, зарегистрированных в данной точке за определенный период наблюдения.

В основу установления максимальной разовой ПДК положен принцип предотвращения рефлекторных реакций у человека.

Среднесуточная концентрация ПДК_{сс} – средняя из числа концентраций, выявленных в течение суток или отбираемая непрерывно в течение 24 ч.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ПАРОВ И ГАЗОВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Цель работы: определение содержания вредных примесей в воздухе рабочей зоны с помощью газоанализаторов.

1. Общие сведения

Рабочей зоной следует считать пространство высотой до 2-х метров над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

Для своевременного выявления опасности профессиональных заболеваний и принятия соответствующих мер большое значение

имеет систематический контроль за содержанием в воздухе производственных помещений ядовитых паров и газов. К настоящему времени разработано много различных методов контроля. Они подразделяются на следующие три группы: *лабораторные, экспрессные и автоматические.*

Наиболее достоверными являются *лабораторные* (аналитические) методы, которые дают возможность с большой точностью определять в воздухе даже весьма незначительное количество токсичных веществ. Однако эти методы не всегда обеспечивают достаточную оперативность, так как занимают, как правило, много времени и могут проводиться лишь квалифицированными работниками. Применяются лабораторные методы главным образом при научно-исследовательской работе. Существует целый ряд различных методов аналитического определения вредных веществ в воздухе. В настоящее время утверждены методики для определения содержания в воздухе около пятисот различных веществ. К числу лабораторных методов относятся фотометрические, хроматографические, электрохимические, люминесцентные, спектроскопические и другие методы анализа воздуха.

Экспрессные (быстрые) методы определения концентраций вредных паров и газов в воздухе являются более простыми и оперативными. Эти методы основаны на применении разнообразных конструкций специальных приборов – газоанализаторов, в которых используются свойства различных веществ изменять свой цвет в присутствии тех или иных газов (паров).

Автоматические методы анализа воздуха обеспечивают быстроту выполнения, большую точность и объективность результатов и могут быть использованы при создании систем защиты химических производств. С помощью автоматических газоанализаторов осуществляется постоянная регистрация уровня загрязненности воздуха тем или иным вредным газом. Приборы, настроенные на определенный уровень загрязненности воздуха и обеспечивающие подачу сигнала в случае превышения этого уровня, называются газосигнализаторами. Они настраиваются обычно на предельно допустимую концентрацию вредных примесей в воздухе и при достижении такой концентрации осуществляют подачу светового или звукового сигнала. При блокировке этих приборов с цепями управления они позволяют производить автоматические переключения (выключение оборудования, включение аварийной вентиляции и т.п.).

2. Применяемые приборы

В работе используют приборы УГ-2, ГХ-4 с помощью которых осуществляется экспрессный метод определения загазованности воздуха на предприятии.

Принцип работы газоанализаторов основан на линейно-колористическом методе. Длина окрашенного столбика индикаторного порошка в трубке, пропорциональная концентрации анализируемого газа или пара в воздухе, измеряется по шкале, градуированной в мг/м^3 .

Газоанализатор типа УГ-2 (рис.1) состоит из воздухозаборного устройства, подставки для шкал, штоков, индикаторных трубок, фильтрующих патронов и набора принадлежностей, необходимых для приготовления индикаторных трубок и фильтрующего патрона.

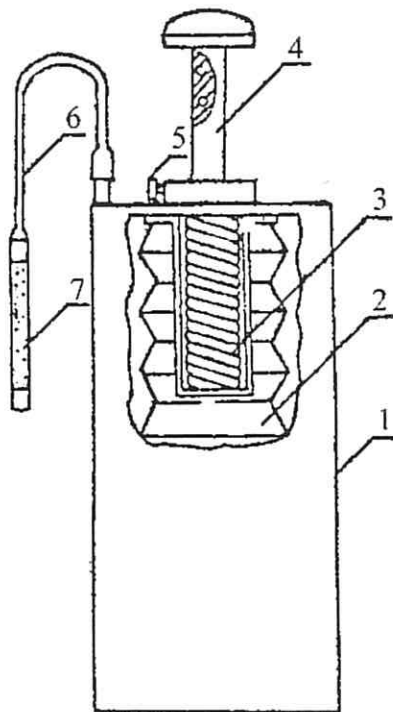


Рис. 1. Газоанализатор УГ-2

1 – корпус; 2 – резиновый мех сильфона; 3 – пружина; 4 – шток; 5 – фиксатор-стопор; 6 – резиновая трубка; 7 – трубка с индикаторным порошком

Воздухозаборное устройство представляет собой резиновый сильфон с расположенным внутри него металлически стаканом, в котором находится пружина в сжатом состоянии. Для придания сильфону жесткости и сохранения постоянного объема в его внутренних гофрах установлены распорные кольца.

Просасывание исследуемого воздуха осуществляется после растяжения пружины штоком; сильфон при этом сжимается. Для фиксации объема просасываемого воздуха на цилиндрической поверхности штока имеются четыре продольных канавки, каждая из них с двумя углублениями. Расстояние между двумя углублениями подобраны таким образом, чтобы при ходе штока от одного углубления до другого сильфон забирал необходимое для анализа количество исследуемого воздуха. Резиновый сильфон с двумя фланцами и пружиной помещен в закрытой части корпуса.

На верхней плате прибора расположены неподвижная втулка для движения штока, стопор для фиксации штока, отверстия для его хранения, штуцер с надетой на него отводной резиновой трубкой.

Наиболее портативным и достаточно точным прибором для быстрого определения содержания вредных примесей в воздухе производственных помещений является химический газоопределитель ГХ-4 (рис. 2). Этот прибор состоит из мехового аспиратора и комплекта индикаторных трубок. Меховой аспиратор служит для просасывания воздуха через индикаторную трубку и приводится в действие сжатием его в руке, после чего под действием пружины мех растягивается. Для выхода воздуха при сжатии меха в приборе через трубку протягивается 100 мл воздуха. Число сжатий определяется объемом протягиваемого воздуха.

3. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с имеющимися приборами, принципом действия, правилами работы с ними.

2. Ознакомиться с применяемыми в работе вредными веществами и их действием на организм человека.

3. Для работы с прибором УГ-2 подготовить стеклянные трубки, которые заполняются соответствующими порошками-индикаторами. Для этого в один из концов стеклянной трубки вставляют вату (толщина слоя не должна превышать 5 мм), а в другой – через воронку с тонким концом насыпают индикаторный порошок. Постукиванием трубки достигается уплотнение столбика порошка, после чего другой конец трубки также закрывают ватой.

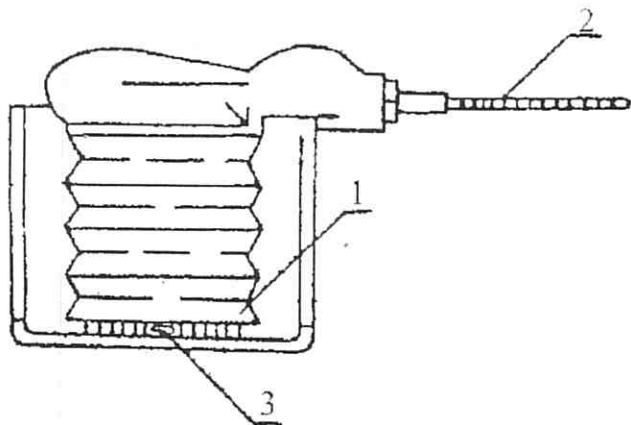


Рис. 2. Химический газоопределитель ГХ-4

1 – меховой аспиратор; 2 – индикаторная трубка; 3 – клапан для выхода воздуха при сжатии меха

ВО ИЗБЕЖАНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ИНДИКАТОРНЫМИ ПОРОШКАМИ ОДЕЖДЫ СОБЛЮДАТЬ АККУРАТНОСТЬ И ОСТОРОЖНОСТЬ, ЗАПОЛНЯТЬ ТРУБКИ ТОЛЬКО НАД КЮВЕТОЙ!

4. Просасывание исследуемого воздуха через индикаторную трубку, которая с помощью резинового шланга присоединяется к прибору УГ-2, производится после предварительного сжатия сильфона штоком и задания определенного объема просасываемого воздуха. Объем просасываемого воздуха указан на измерительной шкале.

5. Измерительная шкала градуирована в мг/м^3 . Концентрацию определяемого газа находят по измерительной шкале, прикладывая нижний конец столбика окрашенного порошка индикаторной трубки к нулевому делению измерительной шкалы. Цифра на шкале, совпадающая с верхним концом окрашенного столбика порошка, указывает концентрацию в мг/м^3 . По окончании анализа трубки очистить от порошка и положить в кювету.

6. Установить по санитарным нормам предельно допустимые концентрации определяемых паров и газов и класс опасности этих веществ согласно ГОСТ 12.1.007 (приложение 1).

7. Определить класс условий труда в зависимости от содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны (прил. 3).

8. Результаты проведенных замеров занести в таблицу 2.

9. Оформить отчет и сделать вывод по работе.

Таблица 2

Результаты определения содержания в воздухе рабочей зоны вредных паров и газов

Определяемое вещество	Объем пробы воздуха, мл	Цвет индикатора		Концентрация, мг/м^3		Класс опасности по Р 2.2.755-99	Класс условий труда
		до определения	после определения	по УГ-2	ПДК		

4. Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- цель работы;
- схемы применяемых приборов;
- порядок выполнения работы;
- таблицу экспериментальных и расчетных данных;
- выводы.

5. Вопросы для контроля

1. Что такое вредное вещество? Классификация вредных веществ.
2. Почему необходимо контролировать наличие в воздухе химических веществ? Пути попадания вредных веществ в организм.
3. В чем опасность контакта людей с химическими веществами? От чего зависит эффект токсического действия?
4. Чем характеризуется опасность вещества?
5. Что такое острое отравление? Что такое хроническое отравление?
6. Как проявляется эффект сенсibilизации?
7. Что такое ПДК? Кто их устанавливает?
8. Какими нормативными материалами определены величины ПДК?
9. Как определить наличие в воздухе вредных веществ? Какие можно при этом использовать средства и методы?

10. Как обоснованно доказать, возможен или нет труд людей в конкретной рабочей зоне? Какие средства и нормативные материалы должны быть при этом использованы?

11. Как оценить опасность при одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ?

6. Задачи к работе №2

№ 1

Оценить опасность нахождения человека в помещении, если в воздухе одновременно находятся пары веществ:

малеинового ангидрида $C = 0,1 \text{ мг/м}^3$;

хлора $C = 0,05 \text{ мг/м}^3$;

серной кислоты $C = 0,006 \text{ мг/м}^3$.

При решении задачи воспользоваться уравнением 3.

№ 2

Определить класс опасности перечисленных ниже веществ, если их ПДК в воздухе рабочей зоны равны соответственно:

аминозин ПДК = $0,3 \text{ мг/м}^3$;

тетраэтилсвинец ПДК = $0,005 \text{ мг/м}^3$;

пиридин ПДК = 26 мг/м^3 ;

аммиак ПДК = 20 мг/м^3 .

При решении задачи воспользоваться прил. 1.

№ 3

При работе в химической лаборатории был разлит ацетон. После проведения анализа воздуха было установлено, что концентрация паров ацетона составляет 300 мг/м^3 . Возможен или нет труд людей в данной лаборатории? Какие методы определения концентрации вредных веществ существуют?

При решении задачи воспользоваться прил. 2.

№ 4

Рабочий проработал в цехе по производству аммиака 10 лет, когда в результате грубого нарушения техники безопасности произошла авария, сопровождаемая выделением большого количества

аммиака. Определить и охарактеризовать тип отравления рабочего. Какие отравления существуют?

При решении задачи воспользоваться краткими теоретическими сведениями.

№ 5

В атмосфере цеха присутствуют пары веществ, обладающих суммацией действия. Определить токсическое воздействие веществ и рассчитать кратность воздухообмена, необходимую для нормализации состояния воздуха.

Вещества	Концентрация, мг/м^3	ПДК, мг/м^3
Ацетон	150	200
Фенол	4	5
Циклогексан	70	80
Бензол	5	15
Уксусная кислота	4	5
Серная кислота	0,5	1
Соляная кислота	3	5

При решении задачи воспользоваться краткими теоретическими сведениями.

№ 6

Определить необходимую кратность воздухообмена, если в атмосфере присутствуют заданные вещества. Содержание вредных веществ в подаваемом воздухе $q = 30\%$ от ПДК вредного вещества.

Вещества	ПДК, мг/м^3	Масса вредных веществ, г	Объем помещения, м^3	Примечание
Фенол	5	5	2000	Не обладают односторонним действием
Соляная кислота	5	3		
Пропиловый спирт	10	20	1300	Эффект суммации
Амидовый спирт	10	35		
Гептиловый спирт	10	10		

При решении задачи воспользоваться краткими теоретическими сведениями.

В воздухе рабочей зоны находятся следующие вещества:

Вещества	Концентрация	Направление действия веществ
Ацетон	0,8 ПДК	Однонаправленное
Ацетофенол	0,7 ПДК	
Формальдегид	0,3 ПДК	Однонаправленное
Соляная кислота	0,7 ПДК	

Определить необходимость установки общеобменной вентиляции.

При решении задачи воспользоваться краткими теоретическими сведениями.

№ 8

Рассчитать общеобменную вентиляцию с кратностью воздухообмена $K = 6$. Размеры помещения: 6 м × 3 м × 10 м. Воздуховод круглого сечения диаметром 240 мм, длиной 20 м. Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\sum \zeta = 3,4$. Выбрать вентилятор и подобрать к нему двигатель.

При решении задачи воспользоваться прил. 4.

№ 9

Подобрать вентилятор для местной вентиляции, если известно, что в вытяжном шкафу размером 2000 мм × 1500 мм × 1200 мм работают с веществами I класса опасности. Диаметр воздуховода 200 мм, его длина 10000 мм, сумма коэффициентов местных сопротивлений $\sum \zeta = 2,1$. Подобрать двигатель к вентилятору.

При решении задачи воспользоваться прил. 4.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Цель работы: определение весовым методом концентрации пыли в воздухе рабочей зоны.

1. Общие сведения

Последние десятилетия характеризуются резким увеличением объема производства порошкообразных материалов и расширением областей их применения. В связи с этим особое значение приобрела борьба с пылевыми выбросами в атмосферу и с запыленностью воздуха производственных помещений.

Пыль – это дисперсная система с газообразной дисперсионной средой и твердой дисперсной фазой, состоящая из частиц от квазимолекулярного до макроскопического размеров. Она образуется в результате механического измельчения твердых веществ (пыль дезинтеграции) или в результате фазового превращения «газ – жидкость – твердое вещество» (пыль конденсации).

Дисперсная система, представляющая собой пыль (дисперсная фаза), взвешенную в воздухе (дисперсная среда), называется аэрозолем. Осевшая из воздуха пыль называется аэрогелем. Сходство с аэрогелями состоит в том, что они являются гетерогенными дисперсными системами с одинаковой твердой фазой. Дисперсная фаза аэрозоля может состоять из частиц одинаковой величины (монодисперсная система) или частиц разной величины (полидисперсная система).

Основными параметрами, характеризующими физические свойства пылей, являются дисперсный состав (крупность частиц), удельная поверхность, форма частиц, объемная (насыпная) и истинная плотности, порозность (объемная доля пустот), теплопроводность, теплоемкость, влажность, гигроскопичность, электризуемость, подвижность.

Дисперсный состав показывает количественное распределение частиц по их крупности, которую характеризуют величиной эквивалентного диаметра.

Для частиц неправильной формы эквивалентный диаметр d_e определяется как диаметр шара, имеющего объем, равный объему средней частицы:

$$d_s = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot G}{\pi \cdot \rho_m \cdot n}}, \text{ м} \quad (4)$$

где: G – масса произвольной навески, кг;

n – число частиц в навеске;

ρ_m – средняя плотность частиц, кг/м³.

Средний диаметр не дает представления о степени однородности измельченного материала. Материалы с различным ситовым составом и различным содержанием отдельных фракций могут иметь одинаковый средний диаметр.

Дисперсность определяет глубину проникновения пыли в дыхательные пути и легкие человека. Наиболее опасна субмикронная пыль (меньше 5 мкм). Частицы размером более 5 мкм оседают в верхних дыхательных путях, откуда удаляются наружу при выдохе или откашливании.

От концентрации зависит количество пыли, проникающей в организм, а, следовательно, и степень ее опасности. Содержание пыли в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций, не оказывающих вредного влияния на здоровье. Величина предельно допустимой концентрации зависит от физико-химических свойств пыли и устанавливается санитарными нормами (приложение 2).

С целью предупреждения профессиональных заболеваний, связанных с повышенной запыленностью воздуха в рабочих помещениях, на предприятиях проводится система организационных и технических мероприятий по борьбе с пылью, к числу которых относятся:

- максимальная механизация и автоматизация производственных процессов;
- применение герметичного оборудования и герметичных средств транспортировки сыпучих материалов;
- использование, по возможности, материалов в увлажненном состоянии;
- устройство отсасывающей вентиляции (аспирации) в местах образования пыли;
- правильная эксплуатация оборудования и тщательная уборка помещений;
- применение индивидуальных средств защиты органов дыхания и т.д.

Большое значение для правильной и своевременной организации профилактических мероприятий имеет систематический кон-

троль над уровнем запыленности воздуха. Существует несколько методов исследования запыленности воздуха, которые делятся на две группы: А – с выделением дисперсной фазы из аэрозоля и Б – без выделения дисперсной фазы из аэрозоля. К группе А относятся весовой (гравиметрический) и счетный (кониметрический) методы. К группе Б относятся фотоэлектрические, электрометрические и оптические методы.

При исследовании запыленности воздуха в производственных помещениях измеряют концентрацию пыли, ее дисперсность, химический состав.

При весовом методе концентрация пыли выражается массой частиц пыли в единице объема (обычно в мг/м³), а при счетном – числом пылинок, находящихся в единице объема (обычно в 1 см³).

Весовой метод является наиболее простым и надежным способом определения концентрации пыли. При этом методе отбор и анализ проб производится путем просасывания воздуха через специальный фильтр с определенной скоростью и продолжительностью. Воздух, проходя через фильтр, оставляет в нем содержащуюся пыль. Зная массу пыли на фильтре, объемную скорость и время прохождения воздуха через фильтр, можно определить концентрацию (C) пыли в единице объема воздуха:

$$C = \frac{m \cdot 10^6}{v \cdot t}, \text{ мг/м}^3 \quad (5)$$

где: $m = m_2 - m_1$ – масса пыли, задержавшейся на фильтре, г;
 m_1 и m_2 – соответственно масса фильтра до и после опыта, г;
 v – объемная скорость воздуха через фильтр, л/мин;
 t – время протягивания воздуха, мин.

Все средства защиты атмосферного воздуха от вредного влияния пылей должны ограничивать наличие вредных веществ не выше предельно допустимой концентрации (ПДК). Во всех случаях должно соблюдаться условие:

$$C + C_{\phi} \leq \text{ПДК} \quad (6)$$

где: C_{ϕ} – фоновая концентрация – содержание вредных веществ в воздухе, определяемое глобальной или региональной суммой естественных и антропогенных процессов, мг/м³.

Соблюдение этих требований достигается локализацией вредных веществ в месте их образования, отводом из помещения или от оборудования, очисткой и рассеиванием в атмосфере.

Для очистки газов от пылей применяют различные пылеуловители: осадительные камеры, циклоны, скрубберы, различные фильтры, в том числе электрофильтры.

2. Применяемые приборы и оборудование

Установка для проведения лабораторной работы (рис. 3) состоит из камеры с запыленным воздухом 1, аллонжа с фильтром 2, соединительных резиновых трубок 3, реометра 4 и аспиратора 5.

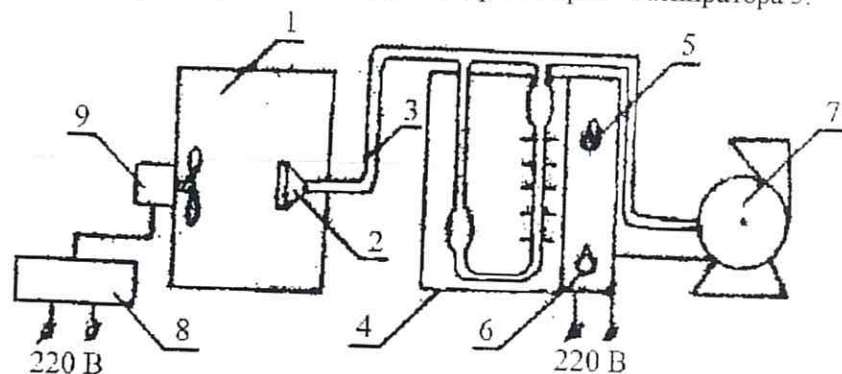


Рис. 3. Лабораторная установка по определению запыленности воздуха

1 - камера с запыленным воздухом; 2 - аллонж с фильтром; 3 - резиновые трубки; 4 - реометр; 5 - выключатель; 6 - ручка для регулирования расхода воздуха воздуходувки; 7 - воздуходувка; 8 - ЛАТР; 9 - электродвигатель

Повышенная запыленность воздуха в камере создается искусственно за счет помещения внутрь некоторого количества талька и вращения крыльчатки, насаженной на вал электродвигателя. Крыльчатка вызывает движение воздуха, в результате чего частицы талька переходят во взвешенное состояние. Электродвигатель включается в сеть напряжением 220 В через автотрансформатор, с которого снимается напряжение порядка 100 В.

Аллонж соединяется резиновыми трубками через реометр с аспиратором. Реометр необходим для определения объемной скорости протягиваемого воздуха. В качестве аспиратора для протягивания воздуха использован пылесос.

3. Порядок определения массы фильтра на аналитических весах

1. Открыть стеклянную дверцу весов и положить фильтр на чашу.
2. Закрыть стеклянную дверцу.
3. Включить подсветку экрана поворотом на себя обеих рукояток, находящихся сбоку внизу (слева и справа).
4. Установить на желтом поле поворотом рукоятки с желтой точкой по часовой стрелке определенное значение (до появления на экране бегущей шкалы).
5. После того, как движение шкалы прекратится, произвести отсчет (см. рис. 4): первая цифра - после запятой (та, что на желтом поле); вторая и третья цифры - по бегущей (левой) шкале, те, что напротив правого нуля неподвижной шкалы; четвертая цифра - по неподвижной шкале, та, где штрихи оцифрованных шкал образуют мысленную прямую линию.
6. После определения массы фильтра поворотом рукояток от себя выключить подсветку и вынуть фильтр.

4. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством установки. Выключатель 5 должен находиться в положении «выключено», ручка 6 в положение «минимум».
2. В соответствии с п. 3 определить массу фильтра на аналитических весах с точностью до четвертого знака и вставить фильтр в аллонж.
3. Включить ЛАТР. Через 30 секунд выключатель 5 поставить в положение «включено».
4. Ручкой 6 установить по реометру расход воздуха (л/мин) и зафиксировать время протягивания его через фильтр. Продолжительность протягивания воздуха и его расход задается преподавателем.
5. После окончания опыта отключить установку, вынуть фильтр, определить его массу на аналитических весах и рассчитать концентрацию пыли, содержащуюся в воздухе камеры по формуле (5).
6. Результаты опыта занести в таблицу 3.
7. В выводах указать соответствие физической запыленности в камере требованиям санитарных норм с указанием класса опасно-

сти применяемого вещества (прил. 1). Перечислить возможные меры борьбы с запыленностью. Установить класс условий труда (прил. 3).

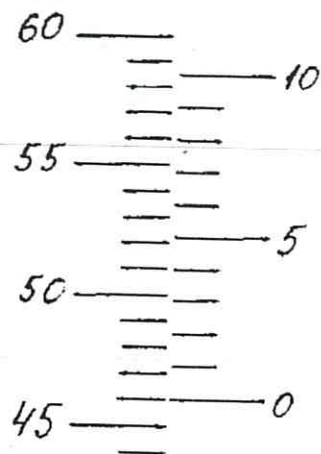


Рис. 4. Пример определения массы фильтра

5. Вопросы для самоконтроля

1. Что такое пыль?
2. Что такое аэрозоль?
3. Перечислите основные источники образования пыли.
4. Перечислите основные параметры, характеризующие физические свойства пыли.
5. Что такое дисперсный состав пыли?
6. Что такое «эквивалентный диаметр»?
7. Частицы пыли каких размеров наиболее опасны для человека?
8. Какими показателями оценивается опасность и вредность пыли?
9. Какие параметры определяются при исследовании запыленности воздуха в производственном помещении?
10. Какие методы используются при определении концентрации пыли в воздухе?
11. Что такое ПДК вредных веществ (пыли) в воздухе рабочей зоны?

12. Какой метод позволяет определить количество частиц пыли в воздухе?
13. Какие методы используются на предприятиях для борьбы с запыленностью?
14. Как влияет фоновая концентрация вредного вещества на ПДК?
15. Какими методами можно уменьшить концентрацию пыли в воздухе рабочей зоны?
16. Какие пылеуловители применяются для очистки газов от пыли?
17. Что такое фоновая концентрация?
18. Что такое пыль дезинтеграции?
19. Что такое пыль конденсации?
20. В чем выражается фиброгенный эффект воздействия пыли на человека?

Таблица 3

Результаты определения запыленности воздуха весовым методом

№ п / п	Масса фильтра, г		Масса пыли, г	Расход воздуха, л/мин	Время, мин	Концентрация пыли, мг/м ³		Класс опасности вещества (Р 2.2.755-99)	Класс условий труда
	до опыта	после опыта				По результатам опыта	ПДК по санитарным нормам		

6. Задачи к работе №3

№ 1

В батарейном циклоне диаметром $D = 0,15$ м происходит очистка воздуха от пыли. Объемный расход запыленного воздуха $Q = 7800$ м³/ч. Скорость газа в цилиндрической части циклонного эле-

мента равна $w_n = 3,84$ м/с. Рассчитать требуемое число элементов батарейного циклона и расход газа на один элемент.

При решении задачи воспользоваться прил. 4.

№ 2

Для выделения частиц сухого материала размером 80 мкм применен циклон ЦН-15.

Рассчитать диаметр циклона D и его гидравлическое сопротивление ΔP , если массовый расход воздуха $V = 2000$ кг/ч, температура $T = 100$ °С, $\Delta P/\rho_z = 740$; коэффициент сопротивления циклона $\xi = 160$; условная скорость газа в цилиндрической части циклона $w_n = 3,04$ м/с; плотность воздуха $\rho = 0,95$ кг/м³.

При решении задачи воспользоваться прил. 5.

№ 3

Для улавливания пыли из технологических газов применен односекционный рукавный фильтр РФГ.

Рассчитать общую поверхность фильтрации F (м²), если расход пылегазовой смеси $Q_{см} = 504$ м³/мин, а скорость газа равна $v = 0,9$ м/мин.

При решении задачи воспользоваться прил. 6.

№ 4

Для улавливания сухих пылей применен многосекционный аппарат с рукавными фильтрами ФРО.

Определить необходимую поверхность фильтрации F и число секций n .

Удельная газовая нагрузка при регенерации составляет $q = 2 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{мин}}$; объем фильтруемого газа $V = 2512$ м³/мин; скорость фильтрации $v = 0,8$ м/мин; поверхность фильтрации одной секции $f = 1256$ м².

При решении задачи воспользоваться прил. 7.

№ 5

Определить расстояние h между полками пылевой камеры для оседания частиц коллоидной пыли, имеющей высоту $H = 4,1$ м. Определить время пребывания газа в камере t .

Линейная скорость газа $w_z = 0,131$ м/с; действительная скорость осаждения частиц в газовой фазе $w_{oc} = 0,002$ м/с.

При решении задачи воспользоваться прил. 8.

№ 6

Определить действительную скорость осаждения частиц коллоидной пыли w_{oc} и площадь дна пылеосадительной камеры S , если теоретическая скорость осаждения $w_{oc_t} = 0,0048$ м/с, а объем газа, проходящего через камеру $V = 0,9$ м³/с, плотность газа $\rho_z = 0,7$ кг/м³.

При решении задачи воспользоваться прил. 9.

№ 7

Дробильщик проработал 7 лет в условиях воздействия пыли гранита, содержащей 60% SiO₂. Среднесуточная концентрация за этот период составляла 3 мг/м³. Категория работ – Пб (объем легочной вентиляции 7 м³), ПДК = 2 мг/м³, среднее количество смен в году – 248. Определить класс условий труда дробильщика.

При решении задачи воспользоваться приложением 10.

№ 8

Определить допустимый стаж работы дробильщика во вредных условиях труда, если пылевая нагрузка рабочего составляла 5028 мг/год, а контрольная пылевая нагрузка 3472 мг/год. Средний стаж работы – 25 лет.

При решении задачи воспользоваться прил. 10.

№ 9

Работник поступает на работу в контакте с асбестосодержащей пылью со следующими условиями: среднесуточная концентрация – 0,9 мг/м³; категория работ – Па (объем легочной вентиляции – 7 м³); среднее количество рабочих смен в году 248; ПДК_{ас} = 0,5 мг/м³.

Рассчитать допустимый стаж работы и класс условий труда при существующих условиях для вновь принимаемых рабочих, если средний стаж работы принимается 25 лет.

При решении задачи воспользоваться прил. 10.

№ 10

Определить возможность работы в лаборатории, если при проведении анализа воздуха на запыленность воздушной среды были получены следующие данные:

Таблица 4

Данные анализа

Пыль	ПДК мг/м ³	Масса чистого фильтра, г	Масса фильтра с пылью, г	Объемный расход воздуха, дм ³ /мин	Вре- мя, мин
1. Кварц	1	0,4790	0,4792	10	7
2. Шамот	2	0,4670	0,4673	7	8

Приложение 1

Таблица 5

Классификация производственных вредных веществ по степени опасности (ГОСТ 12.1.007)

Показатель	Класс опасности			
	1	2	3	4
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Менее 0,1	0,1 – 1,0	1,1 – 10,0	Более 10
Средняя смертельная доза при введении в желудок DL_{50}^* , мг/кг	Менее 15	15 – 150	151 – 5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу DL_{50}^* , мг/кг	Менее 100	100 – 500	501 – 2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация CL_{50} в воздухе, мг/м ³	Менее 500	500 – 5000	5001 – 50000	Более 50000
Зона острого действия Z_{ac}	Менее 6	6 – 18	18,1 – 54	Более 54
Зона хронического действия Z_{ch}	Более 10	10 – 5	4,9 – 2,5	Менее 2,5
КВНО	Более 300	300 – 30	29 – 3	Менее 3,0

Приложение 2

Концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе

Таблица составлена на основе ГН 2.2.5.686–98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» и на основе нормативов платы предприятиями за выбросы вредных веществ в атмосферный воздух.

Концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе

Таблица 6

Наименование загрязняющих вредных веществ	Концентрация в воздухе, мг/м ³	
	среднесуточная	рабочей зоны
1	2	3
Азота двуокись	0,04	2,0
Азота окись	0,06	5,0
1	2	3
Альдегид масляный	0,015	
Алюминия окись		6,0
Амилацетат		100,0
Аммиак	0,04	20,0
Амины алифатические	0,003	1,0
Аммоний		10,0
Аммиачная селитра	0,3	
Ангидрид малеиновый	0,05	1,0
Ангидрид серный (серы трехокись)	0,05	1,0
Ангидрид сернистый (двуокись серы, серы диоксид)	0,05	10,0
Ангидрид уксусный	0,03	
Ангидрид фосфорный	0,05	1,0
Ангидрид хромовый	0,0015	
Анилин	0,03	0,1
Ацетилен		300
Ацетон	0,35	200,0
Ацетальдегид (уксусный альдегид)	0,01	5,0
Ацетофенон (метилфенилкетон)	0,003	5,0
Бензапирен (3,4-Бенз(а)пирен)	10 ⁻⁶	0,00015
Бензилацетат (бензиловый эфир уксусной кислоты)		5,0
Бензин (нефтяной, малосернистый в пересчете на углерод)	1,5	100,0
Бензол	0,1	15,0
1,3-Бутадиен (дивинил)	1,0	100,0
Бутан		300
Бутилацетат	0,1	200,0
Бутиловый спирт (бутанол)	0,1	10,0

1	2	3
Бутил хлористый		0,5
Борный ангидрид (оксид бора)		5,0
Ванадия пятиокись	0,002	0,5
Винилацетат	0,15	10,0
Винил хлористый		0,1
Винилбутиловый спирт		20,0
Водород		350
Водород фтористый	0,005	
Водород хлористый (соляная кислота)	0,2	5,0
Взвешенные твердые вещества – прочие нетоксичные органические и неорганические соединения, не содержащие полициклических ароматических углеводородов, токсичных металлов, двуокись кремния	0,15	
Водород цианистый (водорода цианид, синильная кислота)	0,01	0,3
Возгоны каменноугольных смол и пекков при среднем содержании в них бенз(а)пирена:		
менее 0,075%		0,2
0,075–0,15%		0,1
0,15–0,3%		0,05
Гексаметилендиамин	0,001	0,1
Гексан		300,0
Диметиламин	0,005	1,0
0,0-Диметил-0-(4-нитрофенил) тиофосфат		0,1
0,0-Диметил-(1-окси-2,2,2-трихлорэтил) фосфонат (хлорофос)	0,02	0,5
1,4-диоксан (двуокись этилена)		10,0
Дихлорфторметан (фреон-12)	10	3000
Дибutilфталат		0,5
Дивинилбензол		
Диоксид серы	0,05	
Диоктилфталат		
1,2-Дихлорпропан	0,18	
Дихлорэтан	1,0	10,0
Диметилфталат		0,3

1	2	3
Диэтилбензол	0,005	10,0
Диэтиловый эфир	0,6	
Железо (железа окись)	0,04	
Железа хлорид (хлорное железо)	0,004	
Железа сульфат	0,007	
Золы углей: березовских, назаровских, ангренинских, донецких, подмосковных, кузнецких, экибастузовских, карагандинских	0,02	4,0
Изопропиламин		1,0
Изопропилбензол (кумол)	0,014	50,0
Кадмий (окись кадмия)	0,001	0,05
Калия окись	0,1	
Кальция окись		
Карбамид (мочевина)		10,0
Керосин		300,0
Кислота азотная	0,15	2,0
Кислота борная	0,02	0,1
Кислота ортофосфорная		1,0
Кислота серная	0,1	1,0
Кислота синильная (цианид водорода)	0,01	
Кислота уксусная	0,06	5,0
Крезол		0,5
Кремния окись	0,05	2,0
Кобальт металлический	0,001	
Кобальта окись	0,001	
Ксилол	0,2	50,0
Марганец и его соединения в пересчете на двуокись марганца	0,001	0,3
Медь (окись меди в пересчете на медь)	0,002	1,0
Медь сернокислая, хлорная, хлористая (сульфат меди, соли меди)		0,5
Метан (природный газ)		300,0
Метил хлористый (метила хлорид)		5,0
Метилаль	0,15	10,0
Метилен хлористый (метилена хлорид)		50,0
Метилмеркаптан	$9 \cdot 10^{-6}$	
Метилстирол	0,04	5,0
Метилэтилкетон		200,0

1	2	3
Метилловый бензол	0,6	
Метилловый эфир акриловой кислоты (метилакрилат)		5,0
Метилловый эфир метакриловой кислоты (метилметакрилат)	0,01	10,0
Молибдена нерастворимые соединения:		
в виде пыли		4,0
в виде аэрозоля конденсации		2,0
Натр едкий (гидрат окиси натрия, гидроокись натрия)		0,5
Натрия окись	0,01	
Натрия карбонат		
Нафталин	0,003	20,0
В-нафтол	0,006	0,1
Никель металлический	0,001	0,05
Никеля окись	0,001	0,05
Никельрастворимые соли	0,0002	
Нитробензол	0,008	3,0
Озон	0,03	0,1
Оксид углерода (углерода окись)	3,0	20,0
Перхлорбензол (гексахлорбензол)		0,9
Пропан		300,0
Пропилен	3,0	100,0
Пиридин	0,08	5,0
Пыль древесная	0,15	
Пыль извести и гипса	0,15	6,0
Пыль каменноугольная	0,15	
Пыль коксовая и агломерационная	0,05	
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %:		
70 (динас и др.)	0,05	
70-20 (цемент, оливин, апатит, глина, шамот паолиновыи)	0,1	
ниже 20 (доломит, слюда, тальк)	0,15	
Пыль стеклопластика	0,06	
Пыль пресс-порошков	0,1	
Пыль цементных производств	0,1	
Пыль катализатора	0,05	

1	2	3
Ртуть	0,0003	
Сажа	0,05	4,0
Свинец сернистый	0,0017	
Свинец и его неорганические соединения	0,0003	0,01
Сера		6,0
Сероводород	0,008	10,0
Сероуглерод	0,005	1,0
Синтетические моющие средства (СМС)	0,01	5,0
Скипидар	1,0	300,0
Сольвент-нафта		100,0
Спирт амиловый	0,01	
Спирт изопропиловый (пропанол-2)	0,6	10,0
Спирт пропиловый		10,0
Спирт этиловый (этанол)	5,0	1000,0
Стирол	0,002	30,0
Тетраэтилсвинец	$3 \cdot 10^{-6}$	0,005
0-Толуидин	0,5	1,0
Тетрахлорэтилен (перхлорэтилен)	0,06	10,0
Титана двуокись		10,0
Толуиленизоцианат	0,02	0,05
Толуол	0,6	50,0
Трихлорметан (хлороформ)	0,03	
Трихлорфторметан (фреон-II)	10,0	1000,0
Трихлорэтилен	1,0	20,0
Триметиламин		5,0
Уайт-спирит		300,0
Углерод четыреххлористый	0,7	20,0
Фенол	0,003	0,3
Формальдегид	0,003	0,5
Фосфат	0,005	
Фтористый водород (плавиковая кислота)	0,005	0,05
Фосген		0,5
Фурфурол	0,05	10,0
Хлор	0,03	1,0
Хлорбензол	0,1	100,0

1	2	3
Хромовый ангидрид (трехокись хрома, хром шестивалентный в пересчете на трехокись хрома)	0,0015	0,01
Циклогексан	1,4	80,0
Циклогексанол	0,06	200
Циклогексанон		10,0
Циклопентан		
Цинка оксид (цинка окись)	0,05	0,5
Хлорэтил (этил хлористый)	0,2	
Щелочи едкие		0,5
Эпихлоргидрин	0,2	1,0
Этанол	5,0	
Этилацетат	0,1	200,0
Этилбензол	0,02	50,0
Этилен	3,0	100,0
Этилена окись	0,03	
Этиленгликоль		5,0
Этиленхлоргидрин		0,5
Этилмеркаптан		1,0
Этилцеллозольв (этиловый эфир этиленгликоля)		10,0

Приложение 3

Таблица 7

Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ химической природы (превышение ПДК, раз)

Вредные вещества	Класс условий труда					
	Допустимый	Вредный				Опасный
		3.1	3.2	3.3	3.4	
1	2	3	4	5	6	7
Вредные вещества 1-2 класса опасности *, за исключением перечисленных ниже	≤ПДК	1,1-3,0	3,1-6,0	6,1-10,0	10,1-20,0	>20,0

1	2	3	4	5	6	7
Вредные вещества 3-4 класса опасности *, за исключением перечисленных ниже	≤ПДК	1,1-3,0	3,1-10,0	>10,0		
Вещества, опасные для развития острого отравления: с остронаправленным механизмом действия, раздражающего действия **	≤ПДК	1,1-2,0	2,1-4,0	4,1-6,0	6,1-10,0	>10,0 *
Канцерогены ***	≤ПДК	1,1-3,0	3,1-6,0	6,1-10,0	>10,0	
Аллергены ****	≤ПДК		1,1-3,0	3,1-10,0	>10,0	
Противоопухолевые лекарственные средства, гормоны (эстрогены) *****					+	
Наркотические анальгетики *****			+			

* В соответствии с гигиеническими нормативами ГН 2.2.5.686-98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» и дополнениями к нему.

** В соответствии с гигиеническими нормативами ГН 2.2.5.686-98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», дополнениями к нему и разделами 1,2 прил. 3 настоящего документа.

*** В соответствии с гигиеническими нормативами ГН 1.1.ж.725-98 «Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека» и разделами 1,2 прил. 4 настоящего документа.

**** В соответствии с гигиеническими нормативами ГН 2.2.5.686-98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», дополнениями к нему и прил. 5 настоящего документа.

***** Вещества, при получении и применении которых должен быть исключен контакт с органами дыхания и кожей работающих при обязательном контроле воздуха рабочей зоны утвержденными методами (в соответствии с гигиеническими нормативами ГН 2.2.5.686-98

«Предельно допустимые концентрации ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны», дополнениями к нему, разделами 1,2 прил.6 настоящего документа и ГН 2.2.5.563-96 «Предельно допустимые уровни ПДУ загрязнения кожных покровов вредными веществами»). +Независимо от концентрации вредного вещества в воздухе рабочей зоны условия труда относятся к данному классу

×Превышение указанного уровня для веществ с остронаправленным механизмом действия может привести к острому, в т.ч. смертельному, отравлению.

Приложение 4

Порядок расчета местной вентиляции

4.1. Определить необходимую кратность воздухообмена в зависимости от класса вещества, с которым будут работать в рассчитываемом вытяжном шкафу.

Класс опасности вещества	Кратность воздухообмена
1	350 – 500
2	250 – 350
3	200 – 250
4	150 – 200

4.2. Определить объем вытяжного шкафа и размеры воздуховодов (диаметр или размер сечения, длину воздуховода, количество поворотов, сужений и расширений по длине воздуховода). Для прямоугольного сечения определить эквивалентный диаметр по следующей формуле:

$$D_{\text{э}} = 4 \cdot \frac{F}{N} \quad (1)$$

где: F – площадь воздуховода, м²;

N – смоченный периметр, м.

4.3. Определить общую потерю давления по длине воздуховода путем суммирования потерь давления на участках.

$$P = \sum_1^x \left(\ell \cdot \frac{\lambda}{d} + \sum \zeta \right) \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \quad (2)$$

где: λ – коэффициент трения, обычно для воздуховодов $\lambda = 0,025$;

ℓ – длина воздуховода;

d – диаметр воздуховода;

$\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений;

$\frac{\rho \cdot v^2}{2}$ – динамическое давление.

4.4. Определить производительность вентиляционной системы:

$$L = V_{\text{шк}} \cdot K, \text{ (м}^3/\text{час)} \quad (3)$$

4.5. Зная производительность вентиляционной установки и площадь поперечного сечения воздуховода, определить линейную скорость воздушного потока:

$$v = L/f, \text{ (м/час)} \quad (4)$$

где f – площадь поперечного сечения воздуховодов, м^2 .

4.6. Перевести скорость газового потока из (м/час) в (м/с):

$$v = v / 3600, \text{ (м/с)} \quad (5)$$

4.7. Зная, что плотность воздуха при нормальных условиях $\rho = 1,20 \text{ кг/м}^3$, определить динамическое давление:

$$D = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,2 \cdot v^2}{2}, \text{ кг/м}^3 \times \text{м/с} = \text{кг/(м}^2 \cdot \text{с)} \quad (6)$$

4.8. Определить сумму местных сопротивлений по следующим данным:

а) вход в трубу с острыми краями $\zeta_1 = 0,5$; с закругленными краями $\zeta_1 = 0,2$;

б) выход из трубы $\zeta_2 = 1$;

в) колено с углом 90° $\zeta_3 = 1,1$.

$$(\zeta_1 + \zeta_2 + n \cdot \zeta_3) = \sum \zeta \quad (7)$$

где n – число поворотов воздуховода.

4.9. Определить потерю давления ΔP по длине воздуховода по формуле (2).

4.10. По характеристикам вентиляторов выбрать вентилятор, его КПД (η) и его угловую скорость (ω) из соображения, что КПД должен быть максимальным.

4.11. Определить полезную мощность вентилятора по следующей зависимости:

$$N_n = \frac{L \cdot \Delta P}{1000 \cdot 3600}, \text{ (кВт)} \quad (8)$$

4.12. Мощность на валу определить по следующей зависимости

$$N_n = \frac{N_n}{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3} \cdot K, \text{ (кВт)} \quad (9)$$

где: η_1 – потери на трение: $\eta_1 = 0,93$;

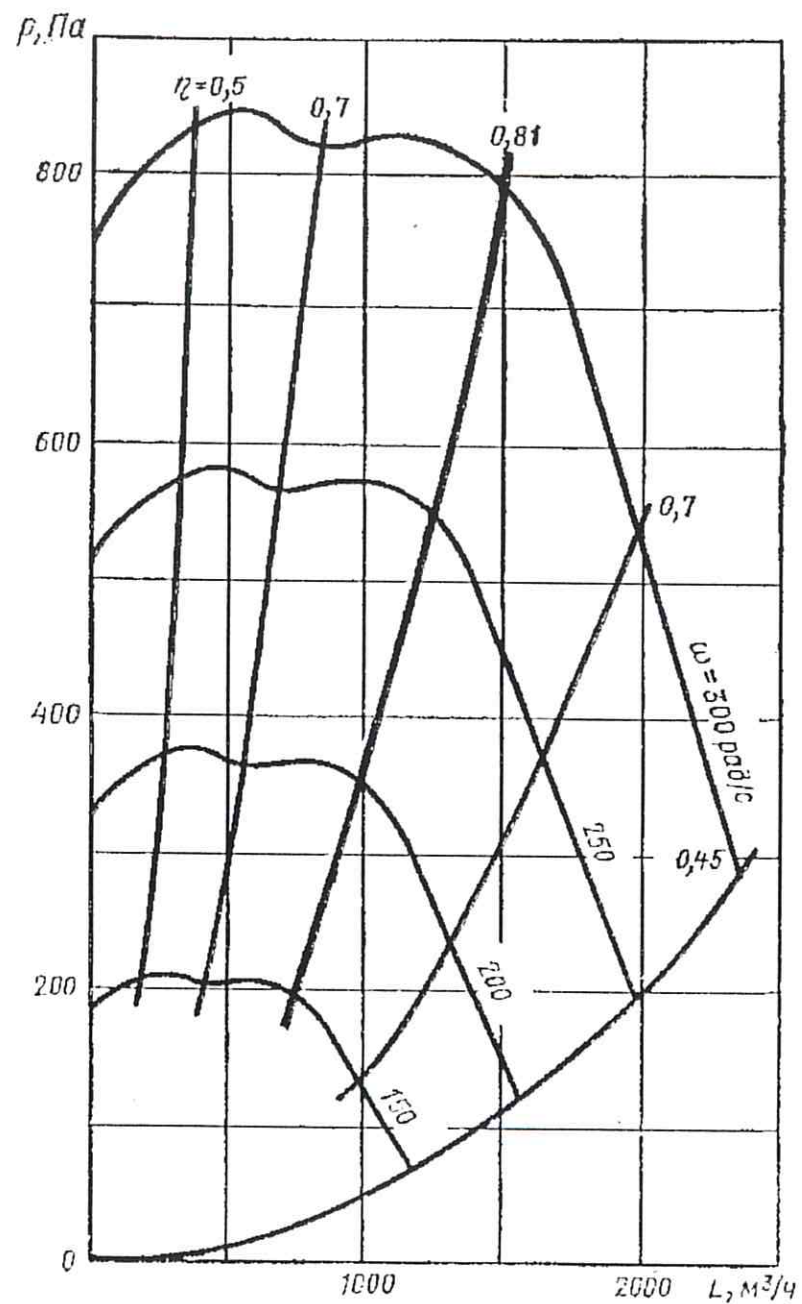
η_2 – потери в подшипниках: $\eta_2 = 0,96$;

η_3 – потери в редукторе: $\eta_3 = 0,9$;

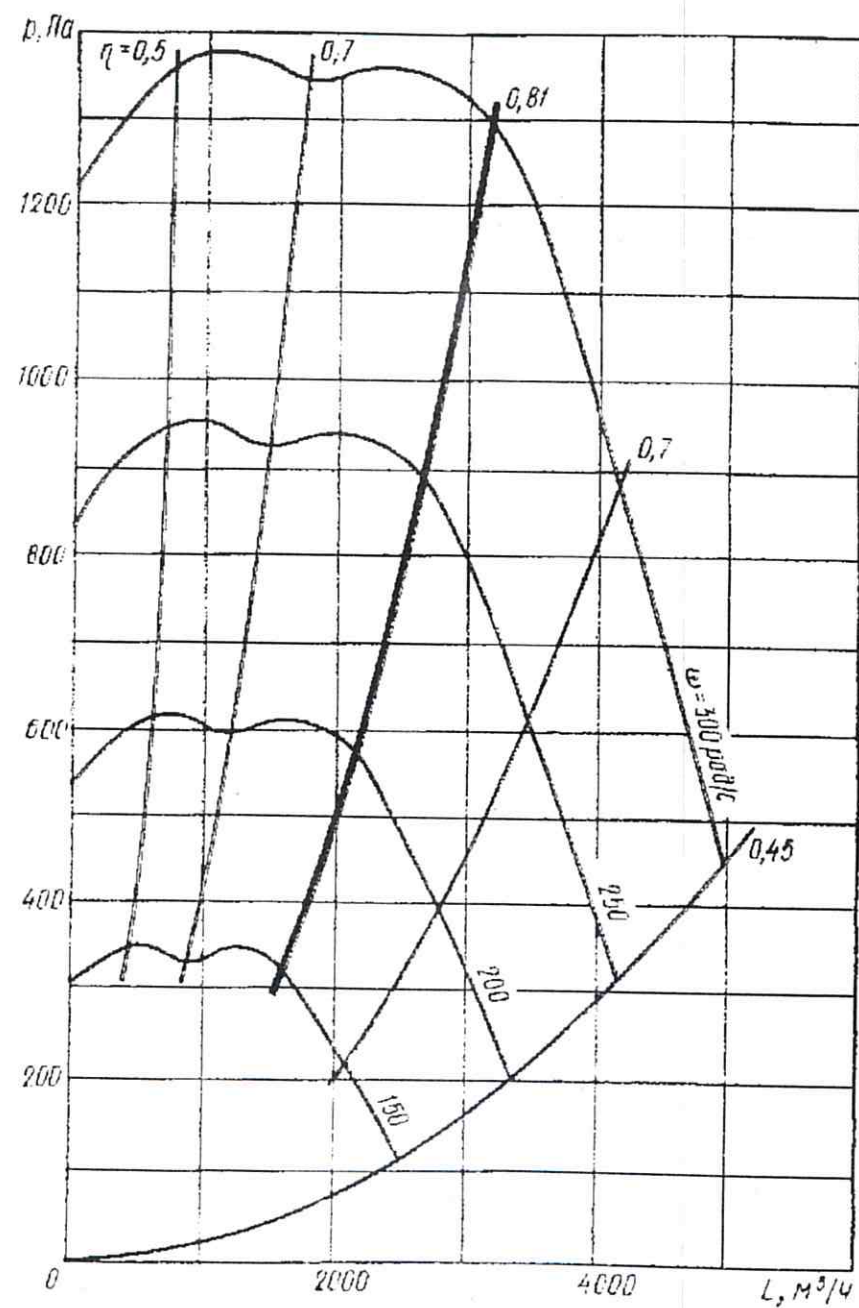
K – коэффициент запаса мощности: $K = 1,15$.

4.13. По расчетной мощности определить тип двигателя, пользуясь таблицей 4.

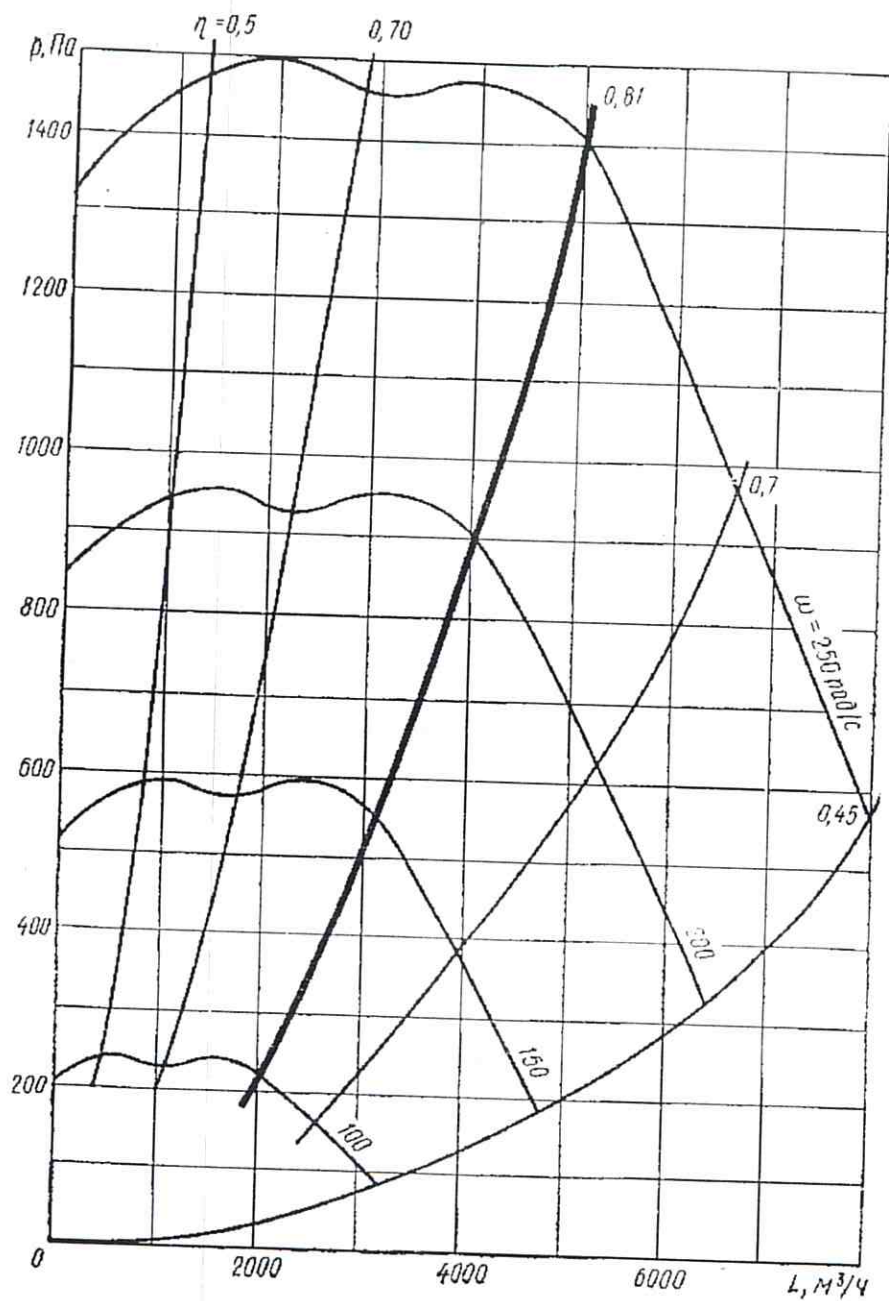
Характеристика вентилятора Ц4-70 № 2,5



Характеристика вентилятора Ц4-70 № 3,2



Характеристика вентилятора Ц4-70 № 4



Характеристика вентилятора Ц4-76 № 16

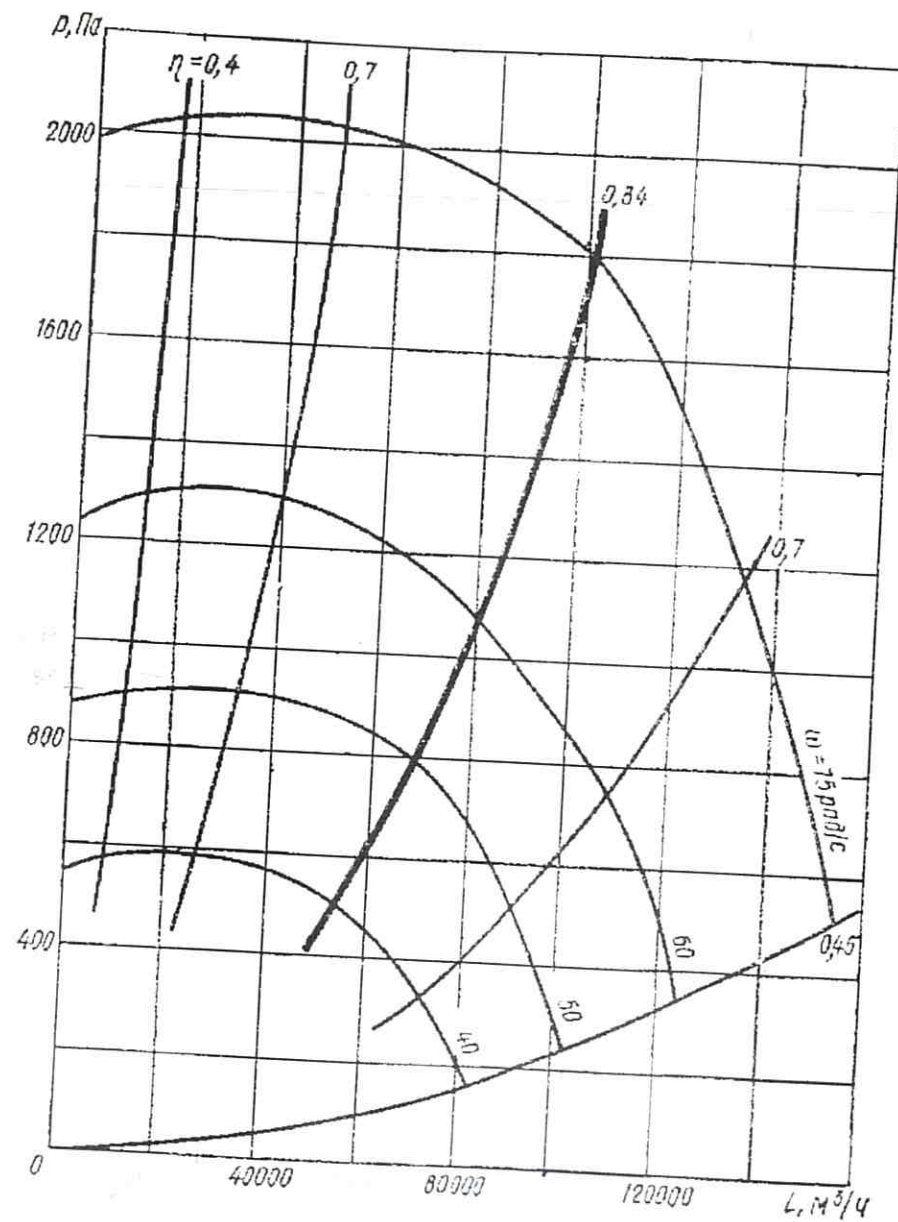


Таблица 7

Типы и мощности электродвигателей серии А2

3000 об/мин (2900 об/мин = = 300 рад/с)		1500 об/мин (1450 об/мин = = 150 рад/с)		1000 об/мин (950 об/мин = = 100 рад/с)		750 (720 об/мин = = 75 рад/с)
Тип	N, кВт	Тип	N, кВт	Тип	N, кВт	Тип
АО2-11-2	0,8	АО2-11-4	0,6	АО2-11-6	0,4	АО2-41
АО2-12-2	1,1	АО2-12-4	0,8	АО2-12-6	0,6	АО2-42
АО2-21-2	1,5	АО2-21-4	1,1	АО2-21-6	0,8	АО2-51
АО2-22-2	2,2	АО2-22-4	1,5	АО2-22-6	1,1	АО2-52
АО2-31-2	3,0	АО2-31-4	2,2	АО2-31-6	1,5	АО2-61
АО2-32-2	4,0	АО2-32-4	3,0	АО2-32-6	2,2	АО2-62
АО2-41-2	5,5	АО2-41-4	4,0	АО2-41-6	3,0	АО2-71
АО2-42-2	7,5	АО2-42-4	5,5	АО2-42-6	4,0	АО2-72
АО2-51-2	10	АО2-51-4	7,5	АО2-51-6	5,5	АО2-81
АО2-52-2	13	АО2-52-4	10	АО2-52-6	7,5	АО2-82
АО2-62-2	17	АО2-61-4	13	АО2-61-6	10	АО2-91
АО2-71-2	22	АО2-62-4	17	АО2-62-6	13	АО2-92
АО2-72-2	30	АО2-71-4	22	АО2-71-6	17	—
АО2-81-2	40	АО2-72-4	30	АО2-72-6	22	—
АО2-82-2	55	АО2-81-4	40	АО2-81-6	30	—
АО2-91-2	75	АО2-82-4	55	АО2-82-6	40	—
АО2-92-2	100	АО2-91-4	75	АО2-91-6	55	—
—	—	АО2-92-4	100	АО2-92-6	75	—
АОЛ2-11-2	0,8	АОЛ2-11-4	0,6	АОЛ2-11-6	0,4	—
АОЛ2-12-2	1,1	АОЛ2-12-4	0,8	АОЛ2-12-6	0,6	—
АОЛ2-21-2	1,5	АОЛ2-21-4	1,1	АОЛ2-21-6	0,8	—
АОЛ2-22-2	2,2	АОЛ2-22-4	1,5	АОЛ2-22-6	1,1	—
АОЛ2-31-2	3,0	АОЛ2-31-4	2,0	АОЛ2-31-6	1,5	—
АОЛ2-32-2	4,0	АОЛ2-32-4	3,0	АОЛ2-32-6	3,2	—

Обозначения: АО2 – закрытое обдуваемое исполнение; АОЛ2 – закрытое обдуваемое исполнение, алюминиевая оболочка; А2 – защищенное исполнение.

После дефиса первое число обозначает номер габарита, т.е. размер наружного диаметра сердечника статора, вторая цифра – длину сердечника статора. После второго дефиса обозначено число полюсов (а не их пар!), характеризующее частоту вращения. Двигатели мощностью менее 0,4 кВт в таблице не указаны.

Приложение 5

5.1. Объемный расход газа Q на один элемент батарейного циклона определяется по формуле:

$$Q = 0,785 \cdot D^2 \cdot 3600 \cdot w_{\text{ч}}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где D – диаметр циклона, м;
 $w_{\text{ч}}$ – скорость газа в цилиндрической части, м/с.

5.2. Требуемое число элементов:

$$n = \frac{Q}{V}$$

где Q – объемный расход запыленного воздуха, м³/ч;
 V – расход газа на один элемент батарейного циклона, м³/ч.

5.3. Диаметр циклона определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{V}{3600 \cdot 0,785 \cdot w_{\text{ч}} \cdot \rho}}, \text{ м}$$

где V – массовый расход газа, кг/ч;
 $w_{\text{ч}}$ – условная скорость газа в цилиндрической части циклона, м/с;

ρ – плотность воздуха при заданной температуре, кг/м³.

5.4. Гидравлическое сопротивление циклона рассчитывается по формуле:

$$\Delta P = \frac{\xi \cdot w_{\text{ч}}^2 \cdot \rho}{2}, \text{ Па}$$

где ξ – коэффициент сопротивления циклона.

Приложение 6

6.1. Общая поверхность фильтрации для рукавных фильтров определяется по формуле:

$$F = Q_{\text{см}} \cdot v, \text{ м}^2$$

где $Q_{\text{см}}$ – расход пылегазовой смеси, м³/мин;
 v – скорость газа, м/мин.

Приложение 7

7.1. Поверхность фильтрации для многосекционного аппарата определяется по формуле:

$$F = \frac{(V + f \cdot q + f \cdot v)}{v}, \text{ м}^2$$

где V – объем фильтруемого газа, м³/мин;
 f – поверхность фильтрации одной секции, м²;
 v – скорость фильтрации, м/мин;

q – удельная газовая нагрузка, $\frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{мин}}$.

7.2. Число секций для многосекционного аппарата определяется по формуле:

$$n = \frac{F}{f}$$

где F – поверхность фильтрации, м²;
 f – поверхность фильтрации одной секции, м².

Приложение 8

8.1. Время пребывания газа в камере рассчитывается следующим образом:

$$t = \frac{H}{w_z}, \text{ с}$$

где H – высота камеры, м;
 w_z – линейная скорость газа, м/с.

8.2. Расстояние между полками рассчитывается по формуле:

$$h = w_{oc} \cdot t, \text{ мм}$$

где w_{oc} – действительная скорость осаждения частиц в газовой фазе, м/с.

Приложение 9

9.1. Действительная скорость осаждения определяется по формуле:

$$w_{oc} = \rho_g \cdot w_{oc_t}, \text{ м/с}$$

где ρ_g – плотность газа, кг/м³;

w_{oc_t} – теоретическая скорость осаждения, м/с.

9.2. Площадь дна камеры:

$$S = \frac{V}{w_{oc}}, \text{ м}^2$$

где V – объем газа, проходящего через камеру, м³/с;
 w_{oc} – действительная скорость осаждения, м/с.

Приложение 10

10.1. Годовая пылевая нагрузка определяется по следующей формуле

$$ПН = K \cdot N \cdot Q, \text{ мг/год}$$

где K – фактическая среднесменная концентрация пыли в зоне дыхания работника, мг/м³;

N – число рабочих смен в календарном году;

Q – объем легочной вентиляции, м³.

10.2. Фактическая пылевая нагрузка за рассматриваемый период:

$$ПН_T = ПН \cdot T, \text{ мг}$$

где $ПН$ – годовая пылевая нагрузка, мг/год;

T – количество лет контакта с пылью.

10.3. Годовая контрольная пылевая нагрузка:

$$КПН = ПДК_{cc} \cdot N \cdot Q, \text{ мг/год}$$

где $ПДК_{cc}$ – предельно допустимая концентрация пыли, мг/м³;

N – число рабочих смен в календарном году;

Q – объем легочной вентиляции, м³.

10.4. Контрольная пылевая нагрузка за средний стаж:

$$КПН_T = КПН \cdot T, \text{ мг}$$

где $КПН$ – контрольная пылевая нагрузка, мг/год;

T – средний стаж работы, лет.

10.5. Допустимый стаж работы:

$$T = \frac{КПН_T}{ПН}, \text{ лет}$$

где $ПН$ – пылевая нагрузка рабочего, мг/год.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Краткие теоретические сведения.....	4
Лабораторная работа №2.....	14
Лабораторная работа № 3.....	23