

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра безопасности жизнедеятельности

# **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ**

*Методические указания  
по выполнению лабораторной работы № 2  
для студентов всех специальностей*

Горки  
БГСХА  
2020

УДК 614.8:331.436(072)

*Рекомендовано методической комиссией  
факультета механизации сельского хозяйства.  
Протокол № 6 от 25 февраля 2019 г.*

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *А. Е. Кондраль*;  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор *В. Н. Босак*;  
кандидат технических наук, доцент *А. С. Алексеенко*;  
кандидат технических наук, доцент *А. Н. Кудрявцев*;  
старший преподаватель *М. В. Цайц*

Рецензент:

доктор технических наук, профессор *В. Р. Петровец*

**Определение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны** : методические указания по выполнению лабораторной работы № 2 / А. Е. Кондраль [и др.]. – Горки : БГСХА, 2020. – 20 с.

Приведены общие сведения о вредных веществах, агрегатных состояниях, особенностях действия на организм человека. Изложена методика количественной оценки наличия вредных веществ в воздухе рабочей зоны, приведены материалы для разработки мероприятий по снижению воздействия этих веществ на работающих.

Для студентов всех специальностей.

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2020

## ВВЕДЕНИЕ

На предприятиях, производственная деятельность которых связана с вредными веществами, должны быть разработаны нормативно-технические документы по безопасности труда при производстве, применении и хранении вредных веществ; выполнены комплексы организационно-технических, санитарно-гигиенических и медико-биологических мероприятий.

Мероприятия по обеспечению безопасности труда при контакте с вредными веществами должны предусматривать следующее:

контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны; замену вредных веществ в производстве наименее вредными, сухих способов переработки пылящих материалов мокрыми;

применение прогрессивной технологии производства (замкнутый цикл, автоматизация, комплексная механизация, дистанционное управление, непрерывность процессов производства, автоматический контроль процессов и операций), исключающей контакт человека с вредными веществами;

выбор соответствующего производственного оборудования и коммуникаций, не допускающих выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны в количествах, превышающих допустимые нормы, а также правильную эксплуатацию санитарно-технического оборудования и устройств (отопления, вентиляции, водопровода, канализации);

применение средств индивидуальной защиты работающих;

проведение предварительных и периодических медицинских осмотров лиц, имеющих контакт с вредными веществами;

разработку медицинских противопоказаний для работы с конкретными вредными веществами, инструкций по оказанию доврачебной и неотложной медицинской помощи пострадавшим при отравлении.

**Цель работы.** 1. Изучение источников поступления в воздух рабочей зоны действия вредных веществ на организм человека.

2. Определение содержания газов, паров и аэрозолей в воздухе рабочей зоны и разработка профилактических мероприятий.

**Задание по работе.** 1. Ознакомиться с методическими указаниями.

2. Изучить методику определения содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

3. Под руководством преподавателя провести измерения и заполнить таблицу.

4. Сделать соответствующие выводы, разработать мероприятия по снижению воздействия вредных газов и паров на человека.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В санитарных нормах и правилах используются следующие основные термины:

*Вредные вещества* – химические вещества и аэрозоли, которые при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе воздействия вредного вещества, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

*Аэрозоли (пыли) преимущественно фиброгенного типа действия* (далее – АПФД) – разновидность аэродисперсных систем, представленных взвешенными в газообразной среде твердыми частицами, образующимися в производственных условиях, и характеризующихся при длительном воздействии их на организм развитием фиброзных изменений в легких (разрастанием соединительной ткани с появлением рубцовых изменений).

*Зона дыхания* – пространство в радиусе до 50 см от лица работающего.

*Рабочая зона* – пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на котором находятся места постоянного (более 50 % или более 2 ч непрерывно) или временного пребывания работников; при выполнении работ в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

*Предельно допустимая концентрация* (далее – ПДК) – концентрация вредного вещества, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч и не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Воздействие вредного вещества на уровне ПДК не исключает нарушения состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью. ПДК вредного вещества устанавливается в виде *максимально разовой* (далее – ПДК<sub>мр</sub>) и (или) *среднесменной* (далее – ПДК<sub>сс</sub>).

*Среднесменная концентрация* – средняя массовая концентрация вредного вещества, установленная при непрерывном или прерывистом отборе проб воздуха при суммарном времени не менее 75 % продол-

жительности рабочей смены или средневзвешенная во времени длительности рабочей смены концентрация вредного вещества в зоне дыхания работников на местах постоянного или временного их пребывания.

В сельскохозяйственном производстве основными видами вредных веществ являются повышенное содержание в воздухе пестицидов, агрохимикатов и минеральных удобрений. К пестицидам принято относить химические соединения разнообразной структуры, используемые для борьбы с сорной растительностью, вредителями растений, продуктов сельского хозяйства и животноводства.

По агрегатному состоянию все вредные вещества делятся на газы, пары, аэрозоли и их смеси. Класс опасности вредных веществ устанавливается в зависимости от норм и показателей, из которых наибольшее практическое значение для характеристики токсичности веществ представляют их предельно допустимые концентрации (ПДК) в воздухе рабочей зоны (табл. 1).

Таблица 1. Классификация опасности веществ по степени воздействия на организм человека

Класс опасности	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Примеры
1 – чрезвычайно опасные	Менее 0,1	Бензапирен, ртуть, тетраэтилсвинец, оксид свинца
2 – высокоопасные	0,1–1,0	Мышьяк, натрий, нитриты, свинец, сероводород, формальдегид, фенол, фосфаты, хлор
3 – умеренно опасные	1,1– 10	Алюминий, железо, марганец, медь, никель, нитраты, фосфаты, хром, цинк, этиловый спирт
4 – малоопасные	Более 10,0	Аммиак, ацетон, бензин топливный

**Действие вредных веществ.** Попадая в организм человека через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожный покров, вредные вещества могут вызывать поражения различных систем.

По характеру действия на организм человека вредные вещества классифицируют на общетоксические, раздражающие, сенсибилизирующие, мутагенные, канцерогенные и влияющие на репродуктивную (детородную) функцию (табл. 2).

Таблица 2. **Виды вредных веществ по характеру воздействия на человека**

Виды вредных веществ	Примеры	Характер воздействия
Общетоксические	Углеводороды, сероводород, хлорированные углеводороды, оксид углерода	Отравление всего организма или поражающие отдельные системы: центральную нервную систему, кроветворные органы, печень, почки
Раздражающие	Хлор, аммиак, кислоты, щелочи, оксиды азота, ароматические углеводороды	Вызывающие раздражение слизистых оболочек, дыхательных путей, глаз, легких, кожи
Сенсибилизирующие	Формальдегид, растворители, лаки	Действующие как аллергены
Мутагенные	Свинец, марганец, радиоактивные изотопы	Приводящие к нарушению генетического кода, изменению наследственной информации
Канцерогенные	Хром, никель, асбест, бенз(а)пирен, ароматические амины	Вызывающие злокачественные опухоли
Влияющие на репродуктивную (детородную) функцию	Ртуть, свинец, стирол, радиоактивные изотопы, борная кислота	Вызывающие возникновение врожденных пороков, отклонений от нормального развития детей, влияющие на нормальное развитие плода

Пыль – мелкие твердые частицы органического или минерального происхождения. К пыли относят частицы меньшего диаметра от долей микрона и до максимального – 0,1 мм. Пыль является наиболее распространенным неблагоприятным фактором производственной среды. Многие технологические процессы и операции в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве сопровождаются выделением пыли, ее воздействию могут подвергаться большие контингенты работающих.

Поражающее действие пыли на организм человека во многом определяется ее физико-химическими свойствами, токсичностью, размером частиц пыли, а также концентрацией в воздухе рабочей зоны.

Пыль подразделяется на органическую, неорганическую и смешанную. К органической относится пыль животного и растительного происхождения, например, хлопчатобумажная, древесная. К неорганической относится минеральная пыль, например, цементная, кварцевая, асбестовая, а также металлическая. Пыль по степени ее измельчения (дисперсности) делят на две группы: видимую, с размером частиц более 10 мкм и микроскопическую, менее 10 мкм. Крупные частицы от-

носителем быстро осаждаются под действием силы тяжести. Более мелкие частицы пыли, преодолевая сопротивление воздушной среды, падают с меньшими скоростями, а самые мелкие, высокодисперсные частицы могут длительное время перемещаться в воздухе.

Характер и эффективность действия пыли зависит от ее заряда. Известно, что заряженные частицы дольше задерживаются в легких, чем нейтральные, поэтому при прочих равных условиях они более опасны для организма. Вредность воздействия пыли также связана с растворимостью, твердостью, формой пылинок.

Работа в запыленной среде с течением времени может привести к профессиональным заболеваниям. Пыль может оказывать на организм человека фиброгенное, раздражающее и токсическое действие.

Фиброгенным называется такое действие пыли, при котором в легких происходит разрастание соединительной ткани, которое приводит к нарушению нормального строения и функции органа.

Пыль некоторых веществ и материалов (стекловолокно, слюда и др.) оказывает раздражающее действие на верхние дыхательные пути, слизистые оболочки глаз, кожу.

Токсическое действие оказывает пыль токсических веществ (пестициды, минеральные удобрения), которая попадает в организм человека через легкие.

Вредное действие пыли усугубляет тяжелый физический труд, неблагоприятные метеорологические условия, некоторые газы. Наиболее тяжелые заболевания возникают при попадании пыли в легкие. Эти виды заболеваний носят общее название пневмокониозов (по гречески «пневмо» – легкие, «конис» – пыль). Они имеют много разновидностей (зерновой пневмокониоз, асбестоз, талькоз, цементоз и др.). Под влиянием пыли развиваются конъюнктивиты и поражения кожи.

В производственных условиях работающие зачастую подвергаются одновременному воздействию нескольких вредных веществ. При этом возможно суммирование их воздействия, независимое вредное действие каждого из них или уменьшение этого воздействия за счет взаимной нейтрализации вредных веществ.

Определенное значение имеют также индивидуальные особенности человека. Известно, что при работе в одних и тех же условиях некоторые люди заболевают чаще других.

В связи с этим своевременная информация о концентрации вредных веществ в воздухе имеет большое значение для обеспечения без-

опасной работы. Анализ этих данных позволяет разработать мероприятия по защите работающих, оценить эффективность вентиляции, герметичность оборудования, выбрать средства индивидуальной защиты (СИЗ). СИЗ органов дыхания и кожи приведены в прил. 1.

**Нормирование и гигиеническая оценка.** Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций, величины которых приведены в Санитарных нормах и правилах «Требования к контролю воздуха рабочей зоны», гигиенических нормативах «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Предельно допустимые уровни загрязнения кожных покровов вредными веществами». Наряду с величинами ПДК указан класс опасности и преимущественное агрегатное состояние вещества в воздухе в условиях производства, особенности действия на организм. Особыми символами отмечены, аллергены, канцерогены, вещества, оказывающие на организм преимущественно фиброгенное действие, вещества с остронаправленным механизмом действия, а также вещества, работа с которыми требует специальной защиты кожи и глаз.

Санитарные нормы и правила устанавливают требования к планированию, организации и периодичности контроля вредных веществ в воздухе рабочей зоны в производственных помещениях организаций, на открытых площадках, в транспортных средствах, а также на кожных покровах работников. Предельно допустимые концентрации некоторых веществ в воздухе рабочей зоны приведены в табл. 3.

ПДК устанавливаются на основе данных медико-биологических исследований. На период, предшествующий проектированию производства, временно устанавливают ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) путем расчета их по физико-химическим свойствам.

ПДК для большинства веществ являются максимальными, т. е. содержание вещества в зоне дыхания работающих усреднено периодом кратковременного отбора воздуха. Для высоко кумулятивных веществ наряду с максимальной установлена среднесменная ПДК – средняя концентрация, полученная путем непрерывного или прерывистого отбора проб воздуха при суммарном времени не менее 75 % продолжительности рабочей смены, или концентрация средневзвешенная во времени длительности всей смены в зоне дыхания работающих на местах постоянного или временного их пребывания.

Таблица 3. «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны»

Вещества	Формула	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Агрегатное состояние	Класс опасности
Азота диоксид	NO <sub>2</sub>	2	Пары	3
Аммиак	NH <sub>3</sub>	20	Пары	4
Бензин топливный	–	100	Пары	4
Карбамид	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O	10	Аэрозоль	3
Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании до 20 %	Mn	0,2	Аэрозоль	2
Пыль зерновая	–	4	Аэрозоль	3
Суперфосфат двойной кальций бис(диводородфосфат),	H <sub>4</sub> CaO <sub>8</sub> P <sub>2</sub> + CaO <sub>4</sub> S + O <sub>5</sub> P <sub>2</sub>	5	Аэрозоль	3
Ртуть	Hg	0,005	Пары	1
Углерод оксид	CO	20	Пары	4

Дополнительным показателем оценки степени воздействия АПФД на органы дыхания работающих является пылевая нагрузка за весь период реального или предполагаемого контакта с фактором. В случае превышения среднесменной ПДК фиброгенной пыли расчет пылевой нагрузки обязателен.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ разнонаправленного действия на организм ПДК остаются такими же, как и при изолированном воздействии.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия (по заключению органов государственного санитарного надзора) сумма отношений фактических концентраций каждого из них ( $K_1, K_2, K_n$ ) в воздухе к их ПДК ( $ПДК_1, ПДК_2, ПДК_n$ ) не должна превышать единицы:

$$\frac{K_1}{ПДК_1} + \frac{K_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{K_n}{ПДК_n} \leq 1.$$

**Методы и средства контроля.** Наличие и концентрацию вредных паров и газов в воздухе рабочей зоны определяют лабораторным, автоматическим и экспрессным методами.

Лабораторный метод основан на отборе и исследовании проб воздуха с помощью лабораторных приборов (хроматографов, спектрографов и др.). Метод дает точный и комплексный результат, но является трудоемким.

Автоматические газоанализаторы дорогостоящи и применяются для непрерывного измерения концентрации в опасных и ответственных технологиях.

Газоанализаторы АНКАТ-761М с индексами, указывающими на анализируемое вещество (СО, H<sub>2</sub>S, Cl<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>), предназначены для измерения массовой концентрации токсичных газов и объемной доли кислорода в воздухе и выдачи сигнализации об увеличении (уменьшении) измеряемых значений относительно установленных пороговых значений.

Работа газоанализаторов основана на электрохимическом принципе действия с диффузионным способом забора пробы.

Наиболее простой и быстрый способ – экспрессный метод. Он основан на быстропотекающих химических реакциях с изменением цвета реактивов. Работа универсального газоанализатора УГ-2 основана на взаимодействии исследуемого газа, пара с индикаторным порошком при прохождении определенной порции воздуха через индикаторную трубку. В результате реакции индикаторный порошок окрашивается на определенную длину в зависимости от концентрации газа, пара. Измерение ведут по градуированной (мг/м<sub>3</sub>) шкале, входящей в комплект прибора.

Основным и наиболее гигиенически обоснованным методом оценки запыленности воздуха рабочей зоны производственных помещений является весовой метод в сочетании с характеристикой дисперсности пыли. Этот метод положен в основу действующих санитарных норм как стандартный и основан на определении веса пыли, получившегося при протягивании с помощью аспираторов через фильтр определенного количества исследуемого воздуха, отнесенного затем к кубическому метру воздуха. Пробу воздуха берут, как правило, на наиболее характерных рабочих местах.

Данные о дисперсности аэрозолей наряду с количественной оценкой позволяет получить счетный метод. При этом методе пыль собирают на поверхности предметного стекла с помощью счетчиков пыли. Степень запыленности воздуха определяют по числу пылевых частиц в 1 см<sup>3</sup> воздуха путем деления количества пылевых частиц, подсчитанных под микроскопом на всей площади стекла, на объем воздуха, из которого осели эти частицы.

Весовой и счетный методы для определения содержания пыли в воздухе не исключают друг друга. Наоборот, для более тщательного исследования запыленности в сложных производственных условиях


используют тот и другой методы, так как большое значение имеет не только концентрация пыли, но и степень дисперсности.

Оценка химического фактора и отнесение условий труда к классу (степени) вредности и опасности осуществляются путем сравнения отношения фактической измеренной концентрации вредного вещества к его предельной допустимой концентрации (ПДК) с учетом особенностей действия данного вещества на организм работников. Оценку условий труда по классу (степени) вредности допускается проводить по среднесменным концентрациям и по пылевой нагрузке согласно гигиенической классификации условий труда. Класс условий труда устанавливается по каждому вредному веществу с учетом времени его воздействия. Итоговая оценка фактора проводится по показателю, получившему максимальную оценку по классу вредности и опасности.

Отбор проб воздуха должен проводиться в зоне дыхания работника либо с максимальным приближением к ней воздухозаборного устройства (на высоте 1,5 м от пола либо рабочей площадки при работе стоя и 1 м – при работе сидя). Если рабочее место не постоянное, отбор проб должен проводиться в точках рабочей зоны, в которых работник находится в течение смены. При наличии в производственном помещении однотипного оборудования или выполнении работниками одинаковых операций контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны допускается проводить выборочно на отдельных рабочих местах (но не менее 20 % от общего числа рабочих мест), расположенных в центре и по периферии помещения.

Результаты производственного контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, на кожных покровах работников должны использоваться организацией для оценки профессионального риска нарушения здоровья. Информация о содержании вредных веществ в воздухе рабочей зоны представляется в территориальные органы и учреждения, осуществляющие государственный санитарный надзор.

**Определение содержания паров и газов.** Для проведения работы применяется лабораторная установка, моделирующая воздух рабочей зоны в газовой камере. Дозирующее устройство представляет собой пневматический насос, который благодаря всасывающему и нагнетательному клапанам нагнетает воздух в емкость. В газовой камере есть отверстия для забора исследуемого воздуха.

В работе предусматривается возможность определения загазованности автоматическим методом с помощью газоанализаторов АНКАТ-7631М. Включение прибора производится кнопкой .

На ЖК индикаторе при этом отображается процесс тестирования со счетом до 100 единиц. После этого на индикаторе появится цифра массовой концентрации в  $\text{мг}/\text{м}^3$ , а при измерении кислорода – объемной доли кислорода в %. При измерении газоанализатор помещается в газовую камеру колпачком датчика вверх, если иное место не укажет преподаватель. Показания снимаются при достижении максимальной концентрации. По мере роста измерений возможны звуковая и световая сигнализация при превышении установленных в приборе пороговых величин.

Делается вывод и вносятся предложения по снижению вредного воздействия газов, паров на человека.

**Определение запыленности.** Определение запыленности воздуха весовым методом производится на установке (рис. 1), состоящей из пылевой камеры 3, аллонжа 4, резинового шланга 5, аспиратора для отбора проб воздуха 6, весов.

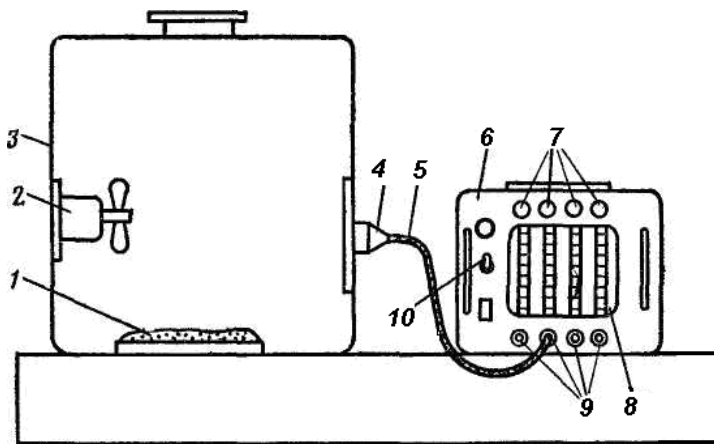


Рис. 1. Схема лабораторной установки для исследования запыленности воздуха: 1 – порция пыли; 2 – вентилятор; 3 – пылевая камера; 4 – аллонж; 5 – резиновая трубка; 6 – аспиратор типа 822; 7 – вентили ротаметров; 8 – ротаметры; 9 – выходные штуцеры ротаметров; 10 – выключатель

Аспиратор 6 предназначен для отбора проб воздуха. Он состоит из воздуходувки, создающей отрицательное давление, электромотора и четырех ротаметров 8. Скорость определяют по шкале, отградуированной в литрах в минуту ( $\text{л}/\text{мин}$ ). Два ротаметра градуированы от 0 до

20 л/мин и служат для отбора проб воздуха на запыленность, остальные два предназначены для отбора проб воздуха при проведении газовых анализов и градуированы от 0 до 1 л/мин.

На передней панели аспиратора расположены тумблер 10 для включения и выключения аппарата, предохранительный клапан для предотвращения перегрузки электродвигателя при отборе проб воздуха с малыми скоростями, штуцеры 9 для присоединения резиновых трубок, ротаметры 8 (стеклянные трубки с поплавками для определения скорости прохождения воздуха отбираемой пробы), ручки вентилялей ротаметров 7 для регулировки скорости отбора проб. Перед включением в сеть необходимо:

1. Открыть до отказа вентили, регулирующие скорость прохождения воздуха (при открытых вентилях двигатель испытывает наименьшую нагрузку, поэтому его легче запускать).

2. Включить тумблер прибора. Для работающего двигателя характерен специфический шум. Если двигатель включен, но не работает, он перегревается и может выйти из строя.

3. Путем вращения рукояток вентилялей установить скорость прохождения воздуха несколько большую, чем та, при которой будут отбираться пробы воздуха (15–20 л/мин) по ротаметру.

4. В аллонж заложить фильтр АФА, затем его взвесить на аналитических весах с точностью до третьего знака.

5. Аллонж вставить в пылевую камеру, где производится загрязнение воздуха цементной (ПДК = 6 мг/м<sup>3</sup>) пылью, и фиксировать время отбора пробы (2–3 мин).

6. Запыленность воздуха  $E$  (мг/м<sup>3</sup>) определяется из выражения

$$E = \frac{D_2 - D_1 \cdot 10^6}{V_0 t},$$

где  $D_1$  – начальный вес аллонжа, г;

$D_2$  – конечный вес аллонжа, г;

$V_0$  – скорость прохождения воздуха, л/мин;

$t$  – время отбора пробы, мин.

7. Результаты измерений и расчетов занести в табл. 4.

8. Сделать выводы и разработать мероприятия по снижению запыленности.

Таблица 4. **Протокол измерений запыленности**

Начальный вес аллонжа, г	Конечный вес аллонжа, г	Время просасывания, мин	Расход воздуха, л/мин	Запыленность, мг/м <sup>3</sup>	ПДК, мг/м <sup>3</sup>

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое вредное вещество?
2. Какие виды вредных веществ воздействуют на работников в сельскохозяйственном производстве?
3. Какие существуют классы опасности вредных веществ?
4. Какое воздействие оказывают вредные вещества на организм человека?
5. В чем заключается вредное действие пыли на организм человека?
6. Что такое предельно допустимая концентрация?
7. Какое условие должно выполняться при одновременном содержании вредных веществ в воздухе рабочей зоны?
8. Как определить пылевую нагрузку среды?
9. Какие существуют методы и средства контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны?
10. Как определить содержание паров и газов газоанализатором АНКАТ-7631М?
11. Как определить содержание пыли весовым методом?
12. Назовите методы и средства снижения повышенного содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аттестация рабочих мест по условиям труда: метод. указания к практической работе / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 24 с.
2. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии: учеб. пособие / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич; под общ. ред. В. Н. Босака. – Минск: Выш. шк., 2019. – 317 с.
3. Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к контролю воздуха рабочей зоны», гигиенических нормативов «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Предельно допустимые уровни загрязнения кожных покровов вредными веществами» и признании утратившими силу некоторых постановлений Министерства здравоохранения Республики Беларусь и постановления Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 28 октября 2004 г. № 94 [Электронный ресурс]: постановление Министерства здравоохранения Респ. Беларусь от 11.10.2017 г. № 92 с изм. и доп. // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: [https://pravo.by/upload/docs/or/W21732492p\\_1510174800.pdf](https://pravo.by/upload/docs/or/W21732492p_1510174800.pdf). – Дата доступа: 01.06.2020.
4. Охрана труда. Лабораторный практикум: учеб. пособие / А. С. Алексеенко [и др.]; под общ. ред. А. С. Алексеенко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 176 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Средства индивидуальной защиты органов дыхания

При наличии в рабочей атмосфере вредных или опасных для здоровья веществ работодателю необходимо снизить их концентрацию до допустимого уровня. Если технически сделать это невозможно, и в воздухе остаются вещества, уровень которых превышает предельно допустимую концентрацию, то работников необходимо обеспечить соответствующими средствами индивидуальной защиты органов дыхания (далее – СИЗОД).

Средства индивидуальной защиты органов дыхания разделяют на две основные группы: фильтрующие и изолирующие, подающие очищенный воздух.

В практике принято, что фильтрующие СИЗОД не могут применяться в рабочей среде, где:

- наличие кислорода ( $O_2$ ) в атмосфере менее 19 % или работы планируются в закрытых пространствах (контейнерах, цистернах и т. п.);
- не известен состав воздуха;
- в атмосфере присутствуют опасные вещества, которые могут повлечь мгновенное негативное воздействие на организм человека.

Если существуют перечисленные условия, то для работы в опасной среде необходимо использовать изолирующие СИЗОД.

В основном используют три вида фильтрующих СИЗОД: респираторы FFP, полумаски с фильтрами и полнолицевые маски с фильтрами



Респираторы FFP



Полумаски с фильтрами



Полнолицевые маски с фильтрами

Рис. 1. Виды фильтрующих СИЗОД

В зависимости от метода фильтрации различают:

- СИЗОД для защиты от пыли, аэрозолей на масляной или водной основе;
- СИЗОД для защиты от газов, паров.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания от пыли и аэрозолей изготавливают в основном из полипропилена, мягкого нетканого материала, в порах которого оседает при вдыхании вредная пыль. Фильтры от пыли и аэрозолей маркируют символом «Р» (от англ. Particles – частицы) и цифрой, означающей класс эффективности. В свою очередь респираторы, изготовленные из фильтрующего материала, маркируют символами «FFP» (от англ. Filtering face pease particulate – противопылевая фильтрующая лицевая маска) и цифрой, означающей класс эффективности (далее – FFP-респираторы).

Полумаски фильтрующие для защиты от аэрозолей подразделяют на три класса в зависимости от их фильтрующей эффективности и обозначают:

- FFP1 – низкая эффективность;
- FFP2 – средняя эффективность;
- FFP3 – высокая эффективность.

Фильтры в зависимости от их фильтрующей эффективности подразделяют тоже на три класса:

- P1 – фильтры низкой эффективности;
- P2 – фильтры средней эффективности;
- P3 – фильтры высокой эффективности.

Благодаря небольшому весу и минимальному обслуживанию FFP-респираторы широко применяются в различных отраслях, таких как деревообработка, металлообработка, пищевая и фармацевтическая промышленности, где выполняются работы с сыпучими материалами. В строительстве FFP-респираторы в основном применяются при выполнении работ с цементом и гипсом, в сельском хозяйстве – с зерном, сеном, комбикормами, рыбной мукой, шерстью или пухом, пометом и при выполнении многих других работ, где работникам требуется обеспечить защиту от пыли.

Некоторые модели FFP-респираторов изготавливают с дополнительным защитным слоем из активированного угля. Этот слой помогает кратковременно уменьшить дискомфорт от неприятного запаха определенных газов (паров), концентрация которых не превышает ПДК. Если же концентрация таких газов или паров все же превышает ПДК, то для обеспечения безопасности и здоровья работников необходимо использовать полумаску или полнолицевую маску с противогазовыми фильтрами. Маркировка, защитные свойства и ограничения по применению СИЗОД от пыли и аэрозолей приведены в табл. 1.

**Таблица 1. Классификация противоаэрозольных СИЗОД**

Фильтрующие полумаски	Противоаэрозольные фильтры	Применение	Ограничения (условный защитный фактор)
FFP1	P1	От грубой, нетоксичной пыли, аэрозолей на водной или масляной основе	До 4 ПДК – для FFP1-респиратора До 4 ПДК – для полумаски или полнолицевой маски с фильтрами P1
FFP2	P2	Так же, как FFP1/P1, плюс: от мелкой токсичной пыли, пластмасс, стекловолокна, аэрозолей на водной или масляной основе, дымов металлов, в т. ч. при сварочных работах	До 12 ПДК – для FFP2-респиратора До 20 ПДК – для полумаски или полнолицевой маски с фильтрами P2
FFP3	P3	Так же, как FFP2/P2, плюс: токсичные металлы (в т. ч. хром), асбест, поливинилхлорид, твердые породы древесины, ферменты, грибки, радиоактивные, биологические или биохимические агенты, масляный туман	До 30 ПДК – для FFP3-респиратора До 50 ПДК – для полумаски с фильтрами P3 До 200 ПДК – для полнолицевой маски с фильтрами P3

Существуют FFP-респираторы с угольным слоем для сварщиков, которые обеспечивают дополнительную защиту от озона. Обычно при сварке электродами выделяются только дымы металлов (вольфрама, цинка, марганца и др.). Для защиты от дымов металлов могут применяться FFP2-респираторы или полумаски с фильтрами P2. При некоторых видах сварки в воздух рабочей зоны выделяется вредный газ – озон (O<sub>3</sub>). Для ограниченной защиты органов дыхания от этого газа необходимо применять специальные респираторы FFP2 + ozone или полумаски с фильтрами P2 + ozone.

Для защиты органов дыхания от газов или паров применяют фильтрующие полумаски или полнолицевые маски с противогазовыми фильтрами. В качестве «уловителя» опасного газообразного вещества применяют специально активированный уголь. Такие фильтры маркируют цветовым и буквенным кодом, что повышает безопасность работников (табл. 2). Работнику легче их запомнить и определить, какая защита ему требуется.

Кроме того, на фильтре указывают его класс. Указания по классам противогазовых фильтров и ограничения в использовании приведены в табл. 3.

**Таблица 2. Маркировка основных противогазовых фильтров**

Марка фильтра	Цвет	Применение
A	Коричневый	Органические газы и пары с температурой кипения выше 65 °С
B	Серый	Неорганические газы и пары, за исключением оксида углерода с температурой кипения выше 65 °С
E	Желтый	Диоксид серы и другие кислые газы и пары
K	Зеленый	Аммиак и его органические производные
AХ	Коричневый	Органические газы и пары с температурой кипения ниже 65 °С
Hg	Красный	Ртуть и пары
P	Белый	Пыль, частицы (в комбинированных фильтрах)

**Таблица 3. Классификация противогазовых фильтров**

Класс противогазового фильтра	Максимальная концентрация для использования*
1	До 30 ПДК – для полумаски До 200 ПДК – для полнолицевой маски Или 1000 мл/м <sup>3</sup> (0,1 об. %)
2	До 30 ПДК – для полумаски До 200 ПДК – для полнолицевой маски Или 5000 мл/м <sup>3</sup> (0,5 об. %)
3	До 30 ПДК – для полумаски До 200 ПДК – для полнолицевой маски Или 10000 мл/м <sup>3</sup> (1,0 об. %)

\*Необходимо учитывать наиболее низкий показатель.

Для некоторых типов фильтров существуют дополнительные ограничения по использованию. Например, фильтры АХ, которые обеспечивают защиту от органических газов и паров с температурой кипения ниже 65 °С, в том числе защиту от ацетона

(ацетон нередко применяется для зачистки поверхностей и конструкций в строительстве), могут быть использованы не более 8 ч.

Подробную информацию о сроках службы и ограничениях в использовании производители указывают в инструкции по применению фильтра.

Противогазовые фильтры могут быть комбинированными, обеспечивающими защиту от нескольких видов газов (паров). В воздухе рабочей среды одновременно могут быть смеси различных газов. Например, фильтр A1B1E1 предназначен для защиты органов дыхания от органических, неорганических, кислых газов (паров).

Часто в рабочей среде требуется обеспечить защиту работника как от газов (паров), так и от пыли (аэрозоли). В таких случаях необходимо применять определенную комбинацию фильтров. Например, в сельском хозяйстве при выполнении определенных работ необходима комплексная защита работника от смеси органических паров и опасной пыли, например:

- при работах с фекалиями в животноводстве, птицеводстве, на зверофермах и т. п.;
- при работах с кукурузным силосом или с заплесневелым сеном;
- при применении сельскохозяйственных химикатов (удобрений, пестицидов, фунгицидов).

В строительстве широко применяются работы с токсичными красками или лаками.

В этих случаях для защиты органов дыхания от органических газов необходимо применять фильтр(ы) марки А, а для защиты от пыли и аэрозолей – фильтр(ы) Р. Поэтому применяемая с маской или полумаской комбинация фильтров может быть А1Р2, А1Р3, А2Р2 или А2Р3 в зависимости от концентрации опасных веществ.

Фильтры в определенной комбинации могут быть заранее изготовлены предприятием-изготовителем или скомпонованы на рабочем месте работником (противоаэрозольные фильтры, так называемые префильтры, крепятся к противогазовым с помощью адаптеров). Существует также система EasyLock®, где для крепления префильтров адаптеры не требуются. Так как префильтры приходится менять чаще, чем газовые фильтры, эта система позволяет не только сэкономить средства, но и помогает повысить безопасность на рабочих местах (адаптеры могут сломаться или отсутствовать на рабочем месте).

Специалистам надо иметь в виду, что масса фильтра (фильтров), присоединяемого непосредственно к лицевой части фильтрующего СИЗОД, не должна превышать 300 г – для полумасок и 500 г – для масок (подп. 7 п. 4.4 ТРТС 019-2011). Соблюдение этих норм необходимо для обеспечения плотного прилегания СИЗОД и уменьшения риска пропускания вредных веществ под маску (так называемого «подсоса под маску») из-за перевеса. Фильтры с большей массой должны присоединяться к лицевой части с помощью соединительной трубки. Специальные фильтры марок НgР3 (для защиты от паров ртути) и NОР3 (для защиты от оксидов азота) должны быть только высокой эффективности.

При выборе соответствующего условиям труда СИЗОД специалистам по охране труда и технике безопасности необходимо учитывать условный защитный фактор (далее – УЗФ). Этот фактор зависит от самого вида СИЗОД и показывает величину максимальной концентрации опасного вещества в рабочей среде, до которой можно применять конкретное изделие. Условный защитный фактор напрямую связан как с фильтрующей способностью средства защиты, так и с возможным подсосом вредных веществ по полосе обтюрации – периметру маски, прилегающему к лицу пользователя. FFP-респираторы в силу своей легкой конструкции и мягкого материала, из которого они изготовлены, не могут обеспечить такое же надежное и плотное прилегание, как полумаска и полнолицевая маска. Если концентрация опасных веществ в воздухе рабочей зоны превышает норму УЗФ, то необходимо использовать следующий, более безопасный вид СИЗОД.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Общие положения.....	4
Библиографический список .....	13
Приложение.....	14