

Пожарная безопасность

Условия взрывобезопасности технологических сред в оборудовании

Технологическая среда	Условие взрывобезопасности
Горючие газы и пары	$НКПР / K_{без} \geq C_{раб.} \geq ВКПР * K_{без}$
ЛВЖ И ГЖ	$t_{раб} \leq НТПР - \Delta t_n$ $ВТПР + \Delta t_{в} \leq t_{раб} \leq 0,8 t_{св}$
Горючие пыли	$C_{раб.} \leq НКПР / K_{без.}$

Инертные газы (чаще азот) в фармацевтической промышленности используют:

- для **продувки** аппаратов и коммуникаций с горючими газами и ЛВЖ перед проведением и после окончания взрывоопасных **технологических стадий**, перед проведением **ремонтных (сварочных) работ**;
- для **транспортировки** взрывоопасных продуктов (ЛВЖ, горючей пыли) по коммуникациям;
- при проведении некоторых технологических стадий (**фильтрация, сушка** и др.);
- при проверке и технических испытаниях оборудования на **герметичность**;
- в системе «азотного дыхания» резервуаров с ЛВЖ

Основные технические решения по обеспечению безопасности технологического оборудования с горючим газом:

- **продувка** инертным газом перед началом технологической стадии вытеснения воздуха и после окончания стадии для удаления горючего газа из технологического оборудования;
- применение стационарных **газоанализаторов**, автоматически сигнализирующих об отклонении концентрации горючего газа от регламентированного значения;
- использование автоматических **регуляторов расхода** горючего газа и окислителя и автоматическое регулирование давления в питающей линии, например, в газовой печи. При нарушении соотношения компонентов или прекращение подачи одного из них, необходимо отключить питающие линии и одновременно подать в технологическую линию негорючий газ или пар.

Для снижения пожарной опасности оборудования, перерабатывающего **горючую пыль**, используют следующие технические решения:

- применение менее пылящих процессов, например, измельчение с увлажнением;
- продувка инертным газом перед загрузкой в аппарат и после выгрузки из него, в пневмотранспорте, при сушке горючего продукта во взвешенном слое;
- скорость движения воздуха или инертного газа до 30 м/с в пневмотранспортной линии и сушилках, чтобы исключить осаждение пыли на стенках оборудования;

- применение вибраторов в бункерах и трубопроводах для предотвращения образования пробок пыли;
- применение встроенной вентиляции (аспирации и капсулирования) для машин (сушилок –грануляторов, порционных сушилок, таблетпрессов и др.),
- - размещение оборудования в отапливаемых помещениях, теплоизоляция и подогрев аппаратов, если они расположены в неотапливаемых помещениях или на открытой площадке;
- специальное конструктивное оформление аппаратов и трубопроводов, исключающее образование застойных зон.

Вакуум, как средство безопасности для предотвращения образования горючей среды используют:

- для **транспортировки** ЛВЖ с высокой температурой кипения и горючей пыли;
- для **сушки** термолабильных горючих продуктов;
- при **отгонке, ректификации**, когда необходимо снизить температуру кипения жидкости с целью получения более чистого продукта, либо для снижения энергозатрат.

Классификация взрывоопасных зон помещений и наружных установок

Взрывоопасная зона – это помещение или ограниченное пространство в помещении или на открытой территории предприятия, в которой имеют место или могут образовываться взрывоопасные смеси.

Горючие газы, ЛВЖ

Горючие пыли

В-I В-Ia В-Iб

В-II В-IIa

На открытой территории В-Iг

Классификация пожароопасных зон

Пожароопасная зона – это пространство внутри и вне

помещения, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие (сгораемые) вещества и в которых они могут находиться при нормальном технологическом процессе или при его нарушениях.

Горючие жидкости Горючие пыли Тв.горючие вещества

П-I

П-II

П-IIa

На открытой территории **П-III**

Категорирование производственных помещений и зданий (СП 12.13130.2009).

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении	Расчетный параметр
А взрывопожаро опасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом	$\Delta P > 5$ кПа,

<p>Б</p> <p>взрывопож аро- опасность</p>	<p>Горючие пыли или волокна,</p> <p>ЛВЖс температурой вспышки более 28 °С,</p> <p>горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси</p>	<p>$\Delta P > 5$ кПа</p>
<p>В1—В4</p> <p>пожароопас ность</p> <p>В1</p> <p>В2</p> <p>В3</p> <p>В4</p>	<p>Горючие и трудногорючие жидкости,</p> <p>твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б</p>	<p>МДж/м²</p> <p>$q > 2200$</p> <p>$q > 1400$</p> <p>$q > 180$</p> <p>$q < 180$</p>

Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, или горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива	
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии	

Условия труда персонала фармацевтических предприятий

Представляют собой совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

Условия труда на рабочем месте характеризуется:

гигиеническими производственным факторами и травмобезопасностью



**Факторы
производственной
среды**

```
graph TD; A[Факторы производственной среды] --> B[Физические (микроклимат, механические колебания, механические перемещения)]; A --> C[Химические (характер действия, путь поступления, степень воздействия)]; A --> D[Биологические (микроорганизмы-продуценты и патогенные м/о)]; A --> E[Психофизиологические (перегрузки физические и нервно-психические)];
```

Физические (микроклимат, механические колебания, механические перемещения)

Химические (характер действия, путь поступления, степень воздействия)

Биологические
(микроорганизмы-продуценты и патогенные м/о)

Психофизиологические
(перегрузки физические и нервно-психические)

Вредное вещество – это вещество, при контакте с которым с организмом человека могут возникнуть профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами диагностики, как в процессе воздействия, так и в отдаленные сроки жизни человека и его потомства

В воздухе вредные вещества присутствуют в виде паров, газов и аэрозолей.

Классификация вредных веществ:

- по характеру действия,
- по пути поступления,
- по степени воздействия

по характеру воздействия:

общетоксические, раздражающие,
сенсibiliзирующие «А», фиброгенные «Ф»,
канцерогенные «К», мутагенные,
гонадотропные, эмбриотропные

По **пути поступления** в организм человека,

поступающие:

ингаляционным,

пероральным,

кожно-резорбтивным путем

по **степени воздействия** на организм :
чрезвычайно опасные,
высокоопасные,
умеренно опасные
малоопасные.

**Гигиеническое нормирование веществ в
воздухе помещений
и на кожных покровах человека:**

ОБУВ,

ПДК

ПДУ

$$\text{ОБУВ} = \frac{CL_{ch}}{K_{\text{бев}}}, \frac{\text{МГ}}{\text{М}^3}$$

$$\text{ПДК} = \text{мг} / \text{м}^3$$

$$\text{ПДУ} = \frac{D L_{\text{ch}}}{K_{\text{без}}}, \frac{\text{мг}}{\text{см}^2}$$

Комбинированное действие вредных

веществ:

однонаправленное (аддитивное),

потенцированное (синергическое),

разнонаправленное (антагонистическое).

$$\frac{\sum c_i}{\text{ПДК}_1} \leq 1$$

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ



Нормирование освещения

В нормах заложен принцип экономической целесообразности, а именно - минимальный уровень освещенности. Для искусственного освещения нормы приводятся в люксах (лк), а для естественного освещения в относительных величинах - КЕО

При нормировании КЕО учитывают: разряд зрительной работы, систему освещения в помещении, географическое положение здания, ориентирование здания относительно горизонта.

Разряд или точность зрительных работ определяется размером объекта различения в миллиметрах (мм).

Минимальная освещенность ($E_{\text{мин}}$) рабочих мест зависит: от характера зрительных работ, типа источников света, системы освещения, условий внешней среды.

В зависимости от сочетания характеристики фона и контраста объекта с фоном нормами установлено четыре **подразряда**, обозначаемые буквами «а», «б», «в» и «г». Для каждого подразряда нормируется величина минимальной освещенности, чем выше подразряд («а»), тем выше величина нормируемой освещенности, так как выполняемая зрительная работа требует большого напряжения зрения.

Инфракрасное излучение

По своей физической природе инфракрасное излучение представляет собой невидимое электромагнитное излучение с длиной волны от 0,76 мк до 1 мм.

Инфракрасное излучение нормируется по двум параметрам:

- по **предельной температуре** нагретых поверхностей $t_{\text{пр}} = 45^{\circ}\text{C}$,
- по **предельной интенсивности** теплового излучения $E_{\text{пр}} = 140 \text{ Вт/м}^2$.

Физические величины, характеризующие ультрафиолетовое излучение

Диапазон длин волн ультрафиолетового излучения находится в интервале $\lambda = 200 - 400$ нм ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$)

А – флуоресцентный с длиной волны $\lambda = 315 - 400$ нм;

В – эритемный с длиной волны $\lambda = 280 - 315$ нм;

С – бактерицидный с длиной волны $\lambda = 280 - 280$ нм.

Гигиеническое нормирование

При гигиенической оценке отрицательного действия ультрафиолетового облучения на человека учитывают:

- длину волны,
- интенсивность облучения E , Вт/м²
- экспозицию (время) облучения (мин. час).

Ионизирующее излучение

Ионизирующее излучение-любое излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию зарядов разных знаков (электронов, ионов)

Нуклид (изотоп) – атом любого элемента, в ядре которого строго постоянное число протонов (Z), но несколько меняющееся число нейтронов (n)

Основными **поражающими факторами** источников ионизирующих излучений являются:

- **прямое радиационное воздействие** на живые организмы (людей, животных, растений) за счет ионизирующего излучения;
- **радиоактивное заражение** окружающих производственных и гражданских объектов, поверхности Земли (почвы, рек, водоемов) и атмосферы продуктами радиоактивного распада (радионуклидами).

Характеристики и единицы измерения прямого радиационного воздействия на людей

Поглощенная доза

$$D = dE/dm$$

где dE – поглощенная элементарной массой dm энергия ионизирующего излучения. Единица измерения поглощенной дозы Дж/кг, которая в системе СИ получила название Грей [Гр].

Эквивалентная поглощенная доза

$$D_{\text{экв}} = D \cdot W_R \text{ [дж/кг] Зиверт [Зв]}$$

где коэффициент качества излучения (W_R)

1 Рентген – это экспозиционная доза рентгеновского или γ -излучения, при которой в 1 см^3 воздуха ($t = 0^\circ\text{C}$, $P = 760 \text{ мм рт. ст.}$) возникают ионы, несущие заряд в 1 электростатическую единицу количества электричества каждого знака (1 CGSE).

$$1 \text{ P} = 1 \text{ CGSE} = q \cdot n,$$

где n – число ионов в 1 см^3 воздуха при нормальных условиях; q – заряд иона (электрона); $q = 4,8 \cdot 10^{-10} \text{ CGSE}$

$$1 \text{ P} = E \cdot n/m = 5,47 \cdot 10^{-18} \cdot 2,08 \cdot 10^9 / 1,293 \cdot 10^{-6} = 8,8 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/кг} = 8,8 \cdot 10^{-3} \text{ Гр}$$

Характеристика и единицы измерения радиоактивного заражения окружающей среды

Активность – это скорость радионуклидов, т.е. число атомов радионуклида, распадающихся в единицу времени.

$$A = dN/d\tau \quad \text{распад/сек., Бк (Беккерель)}$$

килоБеккерель [кБк] = 10^3 расп./сек;

мегаБеккерель [МБк] = 10^6 расп./сек;

гигаБеккерель [ГБк] = 10^9 расп./сек;

тераБеккерель [ТБк] = 10^{12} расп./сек;

петаБеккерель [ПБк] = 10^{15} расп./сек;

эксаБеккерель [ЭБк] = 10^{18} расп./сек,

Внесистемная единица **Кюри [Ки]**. $1\text{Ки} = 3,7 \cdot 10^{10}$ Бк – такое количество распадов происходит в 1 г радия – исторически первого вещества, на котором Мария и Пьер Кюри (Франция) изучали закономерности радиоактивного распада.

Периоды полураспада некоторых радионуклидов:

Рубидий Ru^{93} – 5,9 сек;

Стронций Sr^{90} – 28 лет;

Криптон Kr^{94} – 0,4 сек.

Радий Ra^{226} – 1620 лет;

Йод I^{131} – 8 дней;

Уран U^{239} – $4,5 \cdot 10^9$ лет;

Цезий Cs^{137} – 30 лет;

Облучение человека в повседневных условиях

Естественный радиационный фон

Обусловлен космическим излучением, приходящим из межзвездного пространства и естественными радиоактивными веществами, распределенными на поверхности и в недрах Земли, в атмосфере, растениях и организме всех живых существ, населяющих нашу планету



Структура формирования естественного радиационного фона

ИСТОЧНИКИ РАДОНА В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ



ПРЕВРАЩЕНИЯ НУКЛИДОВ

1. Ядерные реакции

2. Радиоактивный распад

ВИДЫ ИЗЛУЧЕНИЙ, СОПРОВОЖДАЮЩИХ РАСПАД НУКЛИДОВ

- АЛЬФА (α) - ИЗЛУЧЕНИЕ
- БЕТА (β) - ИЗЛУЧЕНИЕ
- ГАММА (γ) - ИЗЛУЧЕНИЕ
- РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ
- НЕЙТРОННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Регламентация облучения человека

Предел дозы – это допустимый среднегодовой уровень облучения отдельных лиц из населения, контролируемый по усредненным дозам внешнего излучения, радиоактивным выбросам и радиоактивной загрязненности внешней среды.

Предел дозы (ПД):

- для лиц, работающих с техногенными источниками ионизирующего излучения (**категория А**) – **20 мЗв/год** в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв, если человек получил в первый год 50 мЗв, то в последующие 4 года его индивидуальный предел дозы не должен превышать $[(20*5)-50]/4 = 12,5$ мЗв в среднем.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ

- Источники шума высокой интенсивности на фармацевтических предприятиях – это реакторы, ферментаторы, насосы, вентиляторы, центрифуги, компрессоры, сепараторы, экстракторы, мельницы, вибросита, сушилки, роторно-таблеточные машины.

Диапазон длин звуковых волн находится в интервале (λ)
= 0,01-17,2 м

Диапазон слышимых звуков по частоте

$$f = 20 - 20\,000 \text{ Гц,}$$

Низкочастотный шум 20-400 Гц, среднечастотный
400-1000 Гц,

Высокочастотный 1000-20000 Гц.

Интенсивность I (Вт/м²) – это мощность звуковой волны, приходящаяся на единицу поверхности, расположенной нормально (перпендикулярно) к направлению распространения волны.

Звуковое давление P (Па) – это разность давлений в возмущенной и невозмущенной среде.

Уровни шума нормируют для производственных помещений в зависимости от тяжести и напряженности труда. ГН определено **5 предельных спектров (ПДУ)**. Предельный спектр – это совокупность предельных уровней шума в стандартных октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Каждый спектр имеет свое обозначение (**ПС-50, ПС – 60, ПС – 65, ПС – 75, ПС – 80**) по общему уровню звука, т.е. уровню звука, определяемому по шкале А шумомера, корректирующей измерение шума с учетом разной чувствительности слуха человека к частоте.

Ультразвук

- В фармацевтической промышленности ультразвуковая технология нашла ограниченное применение:
- - для интенсификации технологических операций: сепарации при выделении субстанции, мойки ампул (флаконов);
- - в контрольно-измерительных приборах при определении температуры, вязкости, плотности среды;
- - в дефектоскопии качества поверхности и сварных швов технологических аппаратов при техническом освидетельствовании.

- Ультразвук имеет единую природу со звуком и характеризуется следующими физическими величинами:
- - длиной волны λ от 1,5 до $5 \cdot 10^{-4}$ см;
- - частотой f диапазон от 20 кГц до 1000 МГц;
- - интенсивностью I , измеряемой в Вт/см²;
- В гигиенической практике оценивается относительной величиной – уровнем ультразвука L , дБ.

Гигиеническое нормирование ультразвука, передаваемого воздушным путем, производится аналогично шуму по предельному уровню звукового давления на среднегеометрической частоте.

Для ультразвука, передаваемого контактным путем, гигиенические нормы устанавливают предельные значения виброскорости или интенсивности в полосах частот..