

**ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»**



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**

# **ВЕНТИЛЯЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

**Курс лекций**



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**

# **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**

## Основное определение термина «ВЕНТИЛЯЦИЯ»

**ВЕНТИЛЯЦИЯ** - *обмен воздуха* в помещениях для удаления избытков теплоты, влаги, *вредных* и других *веществ* с целью обеспечения допустимого микроклимата и качества воздуха в *обслуживаемой* или *рабочей зоне* при средней необеспеченности 400 ч/год – при круглосуточной работе и 300 ч/год – при односменной работе в дневное время.

(СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Минрегион России. М.: 2012)



**Термины и их определения** (СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Минрегион России. М.: 2012)

**ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА** – вещества, для которых органами санитарно-эпидемиологического надзора установлена *предельно допустимая концентрация (ПДК)* вредного вещества.

**ОБСЛУЖИВАЕМАЯ ЗОНА ПОМЕЩЕНИЯ (ЗОНА ОБИТАНИЯ)** – пространство в помещении, ограниченное плоскостями, параллельными полу и стенам: на высоте 0,1 и 2,0 м над уровнем пола для людей, стоящих илидвигающихся, и высотой 1,5 м над уровнем пола для сидящих людей (но не ближе, чем 1 м от потолка при потолочном отоплении), на расстоянии 0,5 м от внутренних поверхностей наружных и внутренних стен, окон и отопительных приборов .

**РАБОЧАЯ ЗОНА** – пространство над уровнем пола или рабочей площадки высотой 2 м при выполнении работы стоя или 1,5 м – при выполнении работы сидя, на которых находятся места постоянного (более 50% времени или более 2 ч непрерывно) или временного (непостоянного) пребывания работающих.



**КАЧЕСТВО ВОЗДУХА** – состав воздуха в помещении, при котором при длительном воздействии на человека обеспечивается оптимальное или допустимое состояние организма человека.

**ПОСТОЯННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО** – место, где люди работают более 2 ч непрерывно или более 50% рабочего времени.

**ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД ГОДА** – период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше 10 °С.

**ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА** – период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной 10 °С и ниже.



**Основными задачами промышленной вентиляции являются:**

- создание и поддержание в помещении определенного состава и состояния воздуха, соответствующего нормальному самочувствию человека;
- обеспечение в помещениях параметров воздушной среды, удовлетворяющих требованиям технологического процесса, сохранности материалов, продуктов, строительных конструкций, оборудования;
- удаление вместе с воздухом вредных веществ, выделяющихся в помещении;
- очистка удаляемого из помещения загрязненного воздуха перед выбросом его в атмосферу.



## Виды вентиляции:

1. По источнику, приводящему воздух в движение, различают:  
*естественную вентиляцию* (перемещение воздуха под действием гравитационного и ветрового давления) и  
*вентиляцию с механическим побуждением, искусственную* (перемещение воздуха с помощью вентилятора)
2. По способу организации воздухообмена в помещении различают:  
*неорганизованную* (инфильтрация, эксфильтрация),  
*полуорганизованную* (проветривание) и  
*организованную вентиляцию* (собственно вентиляция)
3. По зоне вентилирования вентиляцию подразделяют на:  
*общеобменную* (вентилируется весь объем помещения) и  
*местную* (вентилируется часть помещения, конкретное рабочее место, зона)





Термином «ВЕНТИЛЯЦИЯ» обозначают также *вентиляционные системы*, с помощью которых подготавливается и доставляется в помещения свежий, чистый воздух, а из помещения удаляется и очищается загрязненный воздух.

### **Классификация систем вентиляции**

Системы вентиляции по назначению разделяются на:

*приточные* (для подачи воздуха),

*вытяжные* (для удаления воздуха),

*приточно-вытяжные* (для подачи и удаления воздуха).

Существуют также системы специального назначения:

*аварийная вентиляция* (например, система дымоудаления),

*технологическая вентиляция* (например, система пневмотранспорта, аспирации),

*воздушные и воздушно-тепловые завесы.*

На практике мы имеем чаще всего комбинацию из перечисленных видов и систем вентиляции.



## Основные требования, предъявляемые к системам вентиляции:

- **санитарно-гигиенические** – поддержание в помещении параметров воздушной среды, удовлетворяющих санитарным нормам;
- **технологические** – обеспечение условий для нормального протекания технологических процессов;
- **экономические** – минимальный расход электро- и тепловой энергии, меры по эффективному использованию и экономии энергии;
- **эксплуатационные** – простота в эксплуатации, минимальные затраты на эксплуатацию, пожаро- и взрывобезопасность;
- **экологические** – обеспечение экологической безопасности, защита окружающей среды от вентиляционных выбросов, их очистка;
- **архитектурно-строительные** – сочетание систем с архитектурным решением здания и интерьером, недопущение нарушения несущей способности строительных конструкций.



# **НОРМАТИВНАЯ И СПРАВОЧНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

**по проектированию вентиляции производственных зданий**



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**

# ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ



Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

ГОСТ 12.1.005-88

УДК.658.382.3:614.71:006.354

Группа Т58

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР**  
**Система стандартов безопасности труда**  
**ОБЩИЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ**  
**К ВОЗДУХУ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ**

**Occupational safety standards system.**  
**General sanitary requirements for working zone air**

ОКСТУ 0012

*Дата введения 1989-01-01*

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ**

**1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН** Министерством здравоохранения СССР, Всесоюзным  
Центральным Советом Профессиональных Союзов

**РАЗРАБОТЧИКИ**

А.А. Каспаров, Р.Ф. Афанасьева, Е.К. Прохорова, (руководители темы), О.Г. Алексеева, Л.Г. Арутюнян, Л.А. Басаргина, Н.А. Бессонова, Л.П. Боброва-Голикова, Н.Л. Василенко, Л.А. Гвозденко, Б.А. Дворянчиков, Г.А. Дьякова, Л.П. Еловская, Н.Г. Иванов, Н.Г. Карнаух, Б.А. Канцельсон, Б.А. Курляндский, Б.Г. Лыткин, Н.С. Михайлова, Н.Н. Молодкина, С.И. Муравьева, Л. В. Павлухин, Е.М. Ратнер, Г.Н. Репин, Л.А. Серебряный, К.К. Сидоров, Е.Л. Сеницина, Н.В. Славинская, В.Н. Тетеревников, В.П. Чащин, Ф.М. Шлейфман, Н.И. Шумская

**2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Постановлением Государственного комитета СССР

по стандартам от 29.09.88 № 3388

**3 ВЗАМЕН** ГОСТ 12.1.005-76



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ**

Система проектной документации для строительства

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ  
САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Systems of design documents for construction

**ELEMENTS OF SANITARY ENGINEERING  
SYSTEMS – SUMBOLS**

Дата введения 1994-07-01

Предисловие

1 **РАЗРАБОТАН** Государственным проектным, конструкторским и научно-исследовательским институтом «СантехНИИпроект», Центральным научно-исследовательским и проектно-экспериментальным институтом инженерного оборудования городов, жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП инженерного оборудования) и Центральным научно-исследовательским и проектно-экспериментальным институтом по методологии, организации, экономике и автоматизации проектирования (ЦНИИпроект)

**ВНЕСЕН** Госстроем России

2 **ПРИНЯТ** Межгосударственной Научно-технической комиссией по стандартизации и техническому нормированию в строительстве 10 ноября 1993 г.

3 **ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** с 1 июля 1994 г. в качестве государственного стандарта Российской Федерации Постановлением Госстроя России с 5 апреля 1994 г. №18-29

4 **ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

5 Переиздание. Май 1995 г.



## МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Система проектной документации для строительства  
**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ**

Systems of building design documents

**PIPELINES. SUMBOLS FOR PRESENTATION**

Дата введения 1994-07-01

### Предисловие

1 **РАЗРАБОТАН** Государственным проектным, конструкторским и научно-исследовательским институтом «СантехНИИпроект», Центральным научно-исследовательским и проектно-экспериментальным институтом по методологии, организации, экономике и автоматизации проектирования (ЦНИИпроект)

**ВНЕСЕН** Госстроем России

2 **ПРИНЯТ** Межгосударственной Научно-технической комиссией по стандартизации и техническому нормированию в строительстве 10 ноября 1993 г.

3 **ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** с 1 июля 1994 г. в качестве государственного стандарта Российской Федерации Постановлением Госстроя России с 5 апреля 1994 г. №18-30

4 **ВЗАМЕН ГОСТ 21.106-78**

5 Переиздание. Август 1995 г.



# МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Система проектной документации для строительства

## ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Дата введения 2003-06-01

### Предисловие

1 **РАЗРАБОТАН** Федеральным государственным унитарным предприятием «Проектный, конструктор-ский и научно-исследовательский институт «СантехНИИпроект»» (ФГУП СантехНИИпроект) и Федеральным государственным унитарным предприятием «Центр методологии нормирования и стандартизации в строительстве (ФГУП ЦНС)

**ВНЕСЕН** Госстроем России

2 **ПРИНЯТ** Межгосударственной Научно-технической комиссией по стандартизации и техническому нормированию в строительстве 18 октября 2002 г.

3 **ВЗАМЕН** ГОСТ 21.602-79

4 **ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** с 1 июня 2003 г. в качестве государственного стандарта Российской Федерации Постановлением Госстроя России от 20 мая 2003 г. №39





ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

---

НАЦИОНАЛЬНЫЙ                    **ГОСТ Р ЕН**  
СТАНДАРТ                            **13779 -**  
РОССИЙСКОЙ                        **2007**  
ФЕДЕРАЦИИ

---

## **ВЕНТИЛЯЦИЯ В НЕЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ**

**Технические требования  
к системам вентиляции и кондиционирования**

**ЕН 13779:2005**

Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements  
for ventilation and room-conditioning systems  
(IDT)



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**

# САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА И НОРМЫ



Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

СанПиН 2.2.4.548-96

**Государственная система санитарно-эпидемиологического  
нормирования Российской Федерации**

**2.2.4. ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ**

**Гигиенические требования к микроклимату  
производственных помещений  
Hygienic requirements to occupational microclimate**

**Санитарные правила и нормы  
СанПиН 2.2.4.548-96**

**УТВЕРЖДЕНО**

Постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 1 октября 1996 г. № 21

Дата введения: с момента утверждения



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА



Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

**Система нормативных документов в строительстве  
СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ  
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ  
СНиП 41-01-2003  
ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ  
(ГОССТРОЙ РОССИИ)  
Москва 2004  
ПРЕДИСЛОВИЕ**

- 1 РАЗРАБОТАНЫ Федеральным государственным унитарным предприятием «СантехНИИпроект» при участии Федерального государственного унитарного предприятия «Центр методологии нормирования и стандартизации в строительстве» (ФГУП ЦНС) и группы специалистов
- 2 ВНЕСЕНЫ Управлением технического нормирования, стандартизации и сертификации в строительстве и ЖКХ Госстроя России
- 3 ПРИНЯТЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ с 01.01.2004 г. постановлением Госстроя России от 26 июня 2003 г. № 115
- 4 ВЗАМЕН СНиП 2.04.05-91



**ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ  
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА**

Актуализированная редакция  
СНиП 41-01-2003

Издание официальное

Москва 2012

**Предисловие**

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила разработки – постановлением Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2008 г. № 858 «О порядке разработки и утверждения сводов правил».

**Сведения о своде правил**

- 1 ИСПОЛНИТЕЛИ – ОАО «СантехНИИпроект», НИЦ «Строительство», ГУП «МНИИТЭП», Мосгосэкспертиза, ОАО «Моспроект», АВОК, ОАО ЦНИИПромзданий», ООО НИЦ «ИНВЕНТ», ФГБУ «ВНИИПО» МЧС России
- 2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации и ТК 465 «Строительство»
- 3 ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом архитектуры, строительства и градостроительной политики
- 4 УТВЕРЖДЕН приказом Министерства регионального развития Российской Федерации Минрегион России от 30.06.2012 г. № 279 и введен в действие с 1 января 2013 г.
- 5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии Росстандарт. Пересмотр СП 60.13330.2010 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование»



# СПРАВОЧНИКИ



Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

**Внутренние  
санитарно-  
технические  
устройства**

**Часть 3  
Вентиляция  
и кондиционирование  
воздуха  
Книга 1**

**Справочник  
проектировщика**

**Москва  
Стройиздат**

**Внутренние  
санитарно-  
технические  
устройства**

**Часть 3  
Вентиляция  
и кондиционирование  
воздуха  
Книга 2**

**Справочник  
проектировщика**

**Москва  
Стройиздат**



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**



Б. М. ТОРГОВНИКОВ  
В. Е. ТАБАЧНИК  
Е. М. ЕФАНОВ

---

**ПРОЕКТИ-  
РОВАНИЕ  
ПРОМЫШ-  
ЛЕННОЙ  
ВЕНТИ-  
ЛЯЦИИ**

---

**справочник**



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**

# **НОРМИРОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ**



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**

1.1 Показателями, характеризующими микроклимат,  
являются:

*1) температура воздуха;*

*2) относительная влажность воздуха;*

*3) скорость движения воздуха;*

*4) интенсивность теплового излучения.*



<i>из ПРИЛОЖЕНИЯ 1 (справочного)</i>	<b>ПОЯСНЕНИЯ ТЕРМИНОВ, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В СТАНДАРТЕ</b>
<b>1. Производственные помещения</b>	<b>Замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей</b>
2. Рабочая зона	Пространство, ограниченное по высоте 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или непостоянного (временного) пребывания работающих
<b>3. Рабочее место</b>	<b>Место постоянного или временного пребывания работающих в процессе трудовой деятельности</b>



## ГОСТ 12.1.005-88

4.Постоянное рабочее место	Место, на котором работающий находится большую часть своего рабочего времени (более 50% или более 2 часов непрерывно). Если при этом работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона
5.Непостоянное рабочее место	Место, на котором работающий находится меньшую часть (менее 50% или менее 2 часов непрерывно) своего рабочего времени



**7. Оптимальные  
микроклиматические условия**

Сочетания количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека **обеспечивают сохранение нормального теплового состояния организма без напряжения механизмов терморегуляции.** Они обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности

**8. Допустимые  
микроклиматические условия**

Сочетания количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека **могут вызывать преходящие и быстро нормализующиеся изменения теплового состояния организма, сопровождающиеся напряжением механизмов терморегуляции, не выходящим за пределы физиологических приспособительных возможностей.** При этом не возникает повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности



9. Холодный период года	Период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже
10. Теплый период года	Период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$
<b>11. Среднесуточная температура наружного воздуха</b>	<b>Средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы</b>



**12. Категория работ**

**Разграничение работ по тяжести на основе общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт)**

*Примечание.* Характеристику производственных помещений по категориям выполняемых в них работ в зависимости от затраты энергии следует производить в соответствии с ведомственными нормативными документами, согласованными в установленном порядке, исходя из категории работ, выполняемых 50% и более работающих в соответствующем помещении





**13. Легкие  
физические  
работы  
(категория I)**

**Виды деятельности с расходом энергии  
не более 150 ккал/ч (174 Вт)**

*Примечание.* Легкие физические работы разделяются на категорию Ia - энергозатраты до 120 ккал/ч (139 Вт) и категорию Ib - энергозатраты 121-150 ккал/ч (140-174 Вт).

К категории Ia относятся работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в сфере управления и т.п.).

К категории Ib относятся работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и т.п.)



**14.Средней  
тяжести физиче-  
ские работы  
(категория II)**

**Виды деятельности с расходом энергии в пределах  
151-250 ккал/ч (175-290 Вт)**

*Примечание.* Средней тяжести физические работы разделяют на категорию IIa - энергозатраты от 151 до 200 ккал/ч (175-232 Вт) и категорию IIб - энергозатраты от 201 до 250 ккал/ч (233-290 Вт).

К категории IIa относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механо-сборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и т.п.).

К категории IIб относятся работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машино-строительных и металлургических предприятий и т.п.)



**15. Тяжелые  
физические работы  
(категория III)**

**Виды деятельности с расходом энергии  
более 250 ккал/ч (290 Вт)**

*Примечание.* К категории III относятся работы, связанные с постоянными перемещениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной набивкой и заливкой опок машиностроительных и металлургических предприятий и т.п.)



# ГОСТ 12.1.005-88

Таблица 1

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
		Оптимальная	допустимая				оптимальная	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более	Оптимальная, не более	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных*
			верхняя граница		нижняя граница					
			на рабочих местах							
Постоянных	Непостоянных	Постоянных	Непостоянных							
Холодный	Легкая - Ia	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	Не более 0,1
	Легкая - Ib	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	Не более 0,2
	Средней тяжести - Pa	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	Не более 0,3
	Средней тяжести - Pb	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	Не более 0,4
	Тяжелая - III	16-18	19	20	13	12	40-60	75	0,3	Не более 0,5



Период года	Категория работ	Температура, °С				Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с		
		Оптимальная	допустимая				Оптимальная	допустимая на рабочих местах постоянных и Непостоянных, не более	Оптимальная, не более	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных*
			верхняя граница		нижняя граница					
			на рабочих местах							
Постоянных	Непостоянных	Постоянных	Непостоянных							
Теплый	Легкая - Ia	23-25	28	30	22	20	40-60	55 (при 28° С)	0,1	0,1-0,2
	Легкая - Ib	22-24	28	30	21	19	40-60	60 (при 27° С)	0,2	0,1-0,3
	Средней тяжести - IIa	21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 26° С)	0,3	0,2-0,4
	Средней тяжести - IIб	20-22	27	29	16	15	40-60	70 (при 25° С)	0,3	0,2-0,5
	Тяжелая - III	18-20	26	28	15	13	40-60	75 (при 24° С)	0,4	0,2-0,6

\* Большая скорость движения воздуха в теплый период года соответствует максимальной температуре воздуха, меньшая - минимальной температуре воздуха. Для промежуточных величин температуры воздуха скорость его движения допускается определять интерполяцией; при минимальной температуре воздуха скорость его движения может приниматься также ниже 0,1 м/с - при легкой работе и ниже 0,2 м/с - при работе средней тяжести и тяжелой.



В вентиляции используются такие понятия как: **«ВРЕДНОСТЬ»** (более общее) и **«ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА»**, то есть все то, что отрицательно сказывается на самочувствии и здоровье человека, на технологическом процессе, продукции, материалах, оборудовании и строительных конструкциях.

Необходимость вентиляции помещений, в основном, и связана с тем, чтобы избавиться от вредностей, выделяющихся в помещении.

К **ВРЕДНОСТЯМ** относят:

- **избытки теплоты;**
- **избытки водяных паров;**
- **газы, пары, аэрозоли;**
- **ПЫЛЬ.**



## ИЗБЫТКИ ТЕПЛОТЫ

Именно *избытки теплоты*, т.е. превышение поступающей теплоты над уходящей, расходуемой, относятся к вредностям.

Они приводят к затруднению теплообмена организма человека с окружающей средой, повышению температуры тела и, как следствие, ухудшению самочувствия, а то и к тепловому удару, возможен и летальный исход.



### **Источники теплоступлений:**

1. Люди
2. Технологическое оборудование
3. Горячие трубопроводы
4. Нагретые материалы
5. Химические реакции с выделением теплоты
6. Искусственное освещение
7. Солнечная радиация

### **Статьи потерь теплоты:**

1. Через ограждения
2. На нагрев врывающегося холодного воздуха
3. На нагрев ввозимых материалов и оборудования
4. На нагрев холодных поверхностей
5. Химические реакции с забором теплоты



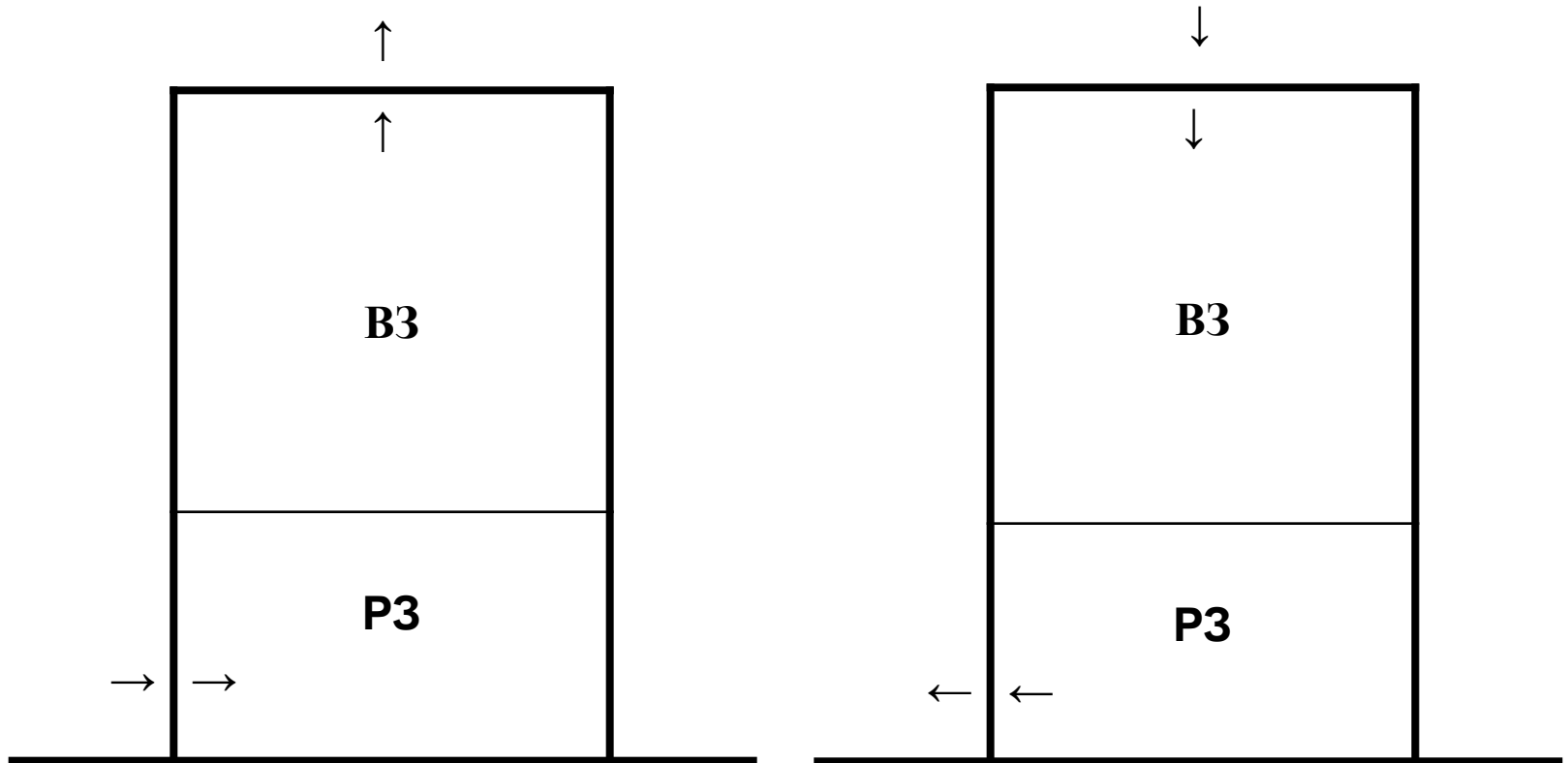


# **ОБЩЕОБМЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ПО БОРЬБЕ С ИЗБЫТКАМИ ЯВНОЙ ТЕПЛОТЫ**



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**

Основные схемы организации общеобменной вентиляции по борьбе с избытками явной теплоты:



## **ИЗБЫТКИ ВОДЯНЫХ ПАРОВ**

Избытки водяных паров относятся к вредностям по той же причине, что избытки теплоты, поскольку также приводят к затруднению теплообмена организма человека с окружающей средой. Ухудшается процесс потоотделения.



### **Источники поступления влаги:**

1. Люди
2. Открытые водные поверхности
3. Смоченные поверхности
4. Влажные материалы
5. Химические реакции с выделением влаги
6. Прорыв водяного пара из технологического оборудования

### **Статьи расхода влаги:**

1. Конденсация влаги на холодных поверхностях
2. Сорбирование влаги материалами
3. Химические реакции с забором влаги

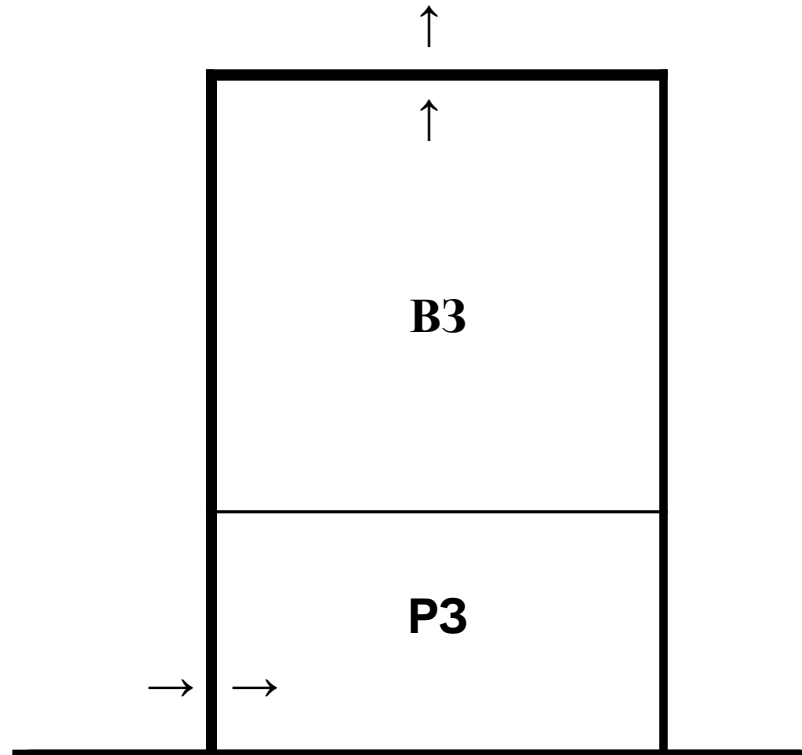


# **ОБЩЕОБМЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ПО БОРЬБЕ С ИЗБЫТКАМИ ВЛАГИ**



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**

Основные схемы организации общеобменной вентиляции по борьбе с избытками влаги:



## ГАЗЫ, ПАРЫ, АЭРОЗОЛИ

Эти вредности можно отнести к вредным веществам, для которых ГОСТ дает следующее определение:

### 16. Вредное вещество

По ГОСТ 12.1.007-76 «ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА. Классификация и общие требования безопасности»: «Вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности **может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья**, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений»



**17.Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны**

**Концентрации**, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов или при другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, в течение всего рабочего стажа **не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья**, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений

18. Зона дыхания

Пространство в радиусе до 50 см от лица работающего





Воздействие газов, паров и аэрозолей на организм человека зависит от вида вещества, находящегося в подобном состоянии.

По степени воздействия их подразделяют на **четыре класса опасности**, устанавливаемые в зависимости от соответствующих норм и показателей, прежде всего от ПДК.



## Классы опасности паров и газов

**I класс** – чрезвычайно опасные (токсичные) ( $\text{ПДК} < 0,1 \text{ мг/м}^3$ );

**II класс** – высоко опасные ( $\text{ПДК} = 0,1 \div 1 \text{ мг/м}^3$ );

**III класс** – умеренно опасные ( $\text{ПДК} = 1,1 \div 10 \text{ мг/м}^3$ );

**IV класс** – малоопасные ( $\text{ПДК} > 10 \text{ мг/м}^3$ ).

## Особенности действия на организм

**О** – вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе;

**А** – вещества, способные вызвать аллергические заболевания в производственных условиях;

**К** – канцерогены;

**Ф** – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.



**ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ (ПДК) ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ (ПРИМЕРЫ)**

Наименование вещества		Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
1	Азота диоксид	2	п	III	О
5	Акрилонитрил+	0,5	п	II	А
9	Алкилдифенилоксиды (алотерм-1)	50	п+а	IV	
11	Аллил- $\alpha$ -аллилоксикарбонил-оксиакрилат	0,03	п	I	
26	Алюминия нитрид	6	а	IV	Ф
131	Бензол+	15/5	п	II	К
906	Свинца гидрохинонат	0,005	а	I	
1307	Эфир-N-оксиэтилбензотриазола и СЖК фракции C <sub>9</sub> -C <sub>15</sub> <sup>+</sup>	5	п+а	III	

Примечание: в числителе приведена максимальная, а в знаменателе – среднесменная величина ПДК

Условные обозначения:

п – пары и/или газы;

а – аэрозоль;

п+а – смесь паров и аэрозоля;

+ - требуется специальная защита кожи и глаз;

О – вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе;

А – вещества, способные вызвать аллергические заболевания в производственных условиях;

К – канцерогены;

Ф – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.



## Источники поступления газов, паров, аэрозолей:

1. Люди
2. Испарение с открытых поверхностей
3. Выбивание из технологического оборудования
4. Химические реакции

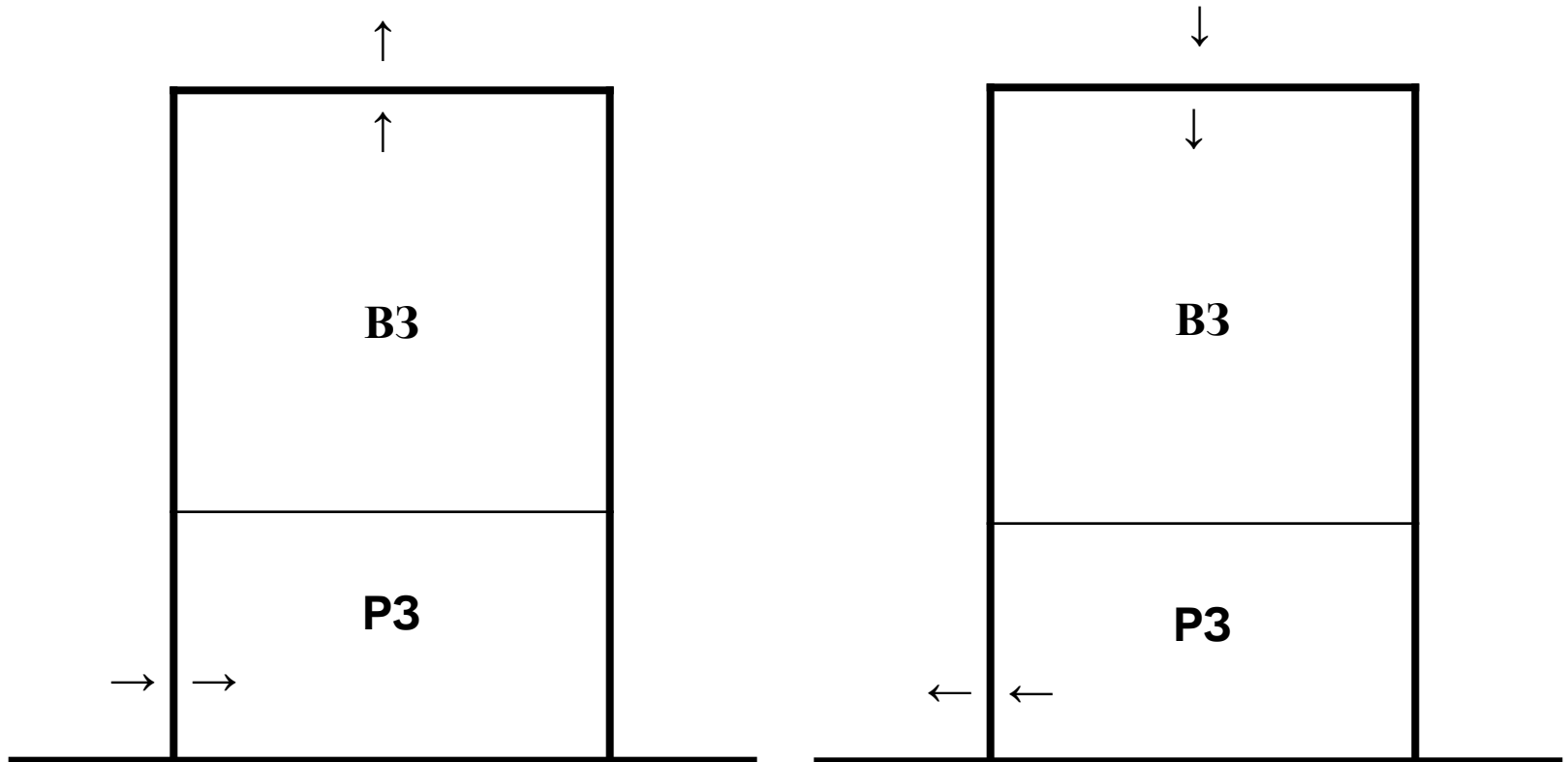


# **ОБЩЕОБМЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ПО БОРЬБЕ С ГАЗАМИ, ПАРАМИ, АЭРОЗОЛЯМИ**



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**

Основные схемы организации общеобменной вентиляции по борьбе с газами, парами, аэрозолями:



# ПЫЛЬ

## Свойства

Воздействие пыли на организм человека зависит от вида вещества и размера частиц. Чем мельче пыль, тем глубже она проникает в дыхательные пути и может приводить к заболеваниям, аналогичным туберкулезу легких, инфекционным.

В зависимости от размера частиц пыль подразделяют на шесть групп :

*I*  $d < 5 \text{ мкм}$

*II*  $d = 5...10 \text{ мкм}$

*III*  $d = 10... 20 \text{ мкм}$

*IV*  $d = 20...40 \text{ мкм}$

*V*  $d = 40...60 \text{ мкм}$

*VI*  $d > 60 \text{ мкм}$

Классификация пыли по опасности – аналогична парам и газам, пыль также имеет ПДК.



Пыль может быть органического (пыльца растений, пыль в процессе ткацкого, кожевенного производства) и неорганического происхождения (пыль неорганических веществ).

Пыль некоторых веществ при определенных концентрациях может быть взрывоопасна (сахарная пудра, мучная пыль).

Выделение пыли в помещение происходит при:

- 1) механическом измельчении твердых тел (размалывание, резка, дробление);
- 2) обработке поверхностей изделий механическим способом (полировка, шлифовка, заточка);
- 3) работе с сыпучими материалами открытым способом (транспортировка, перемешивание, пересыпка);
- 4) химических реакциях (образование при горении золы, дыма);
- 5) распылении жидких или расплавленных веществ (окраска с помощью пульверизатора, обработка поверхностей).





Количество образующейся пыли можно определить, главным образом, экспериментальным путем по потере веса материала.

Кроме того, по изменению ее концентрации в воздухе помещения.

Обычно количество выделяющейся пыли, ее фракционный состав, ПДК задается технологами.

По фракционному составу можно оценить опасность пыли и сделать выбор средств для очистки воздуха от нее.

Воздухообмен, потребный для снижения концентрации пыли в воздухе:

$$G_o = \frac{\Psi \rho_o G_{пыль}}{ПДК_{P3} - y_o}, \text{ кг/с}$$



$\Psi$  – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения концентрации пыли в рабочей зоне;

$\rho_0$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$G_{пыль}$  – поступление пыли, г/с

$ПДК_{РЗ}$  – ПДК пыли в воздухе рабочей зоны, г/м<sup>3</sup>

$Y_0$  – начальная концентрация пыли, г/м<sup>3</sup>

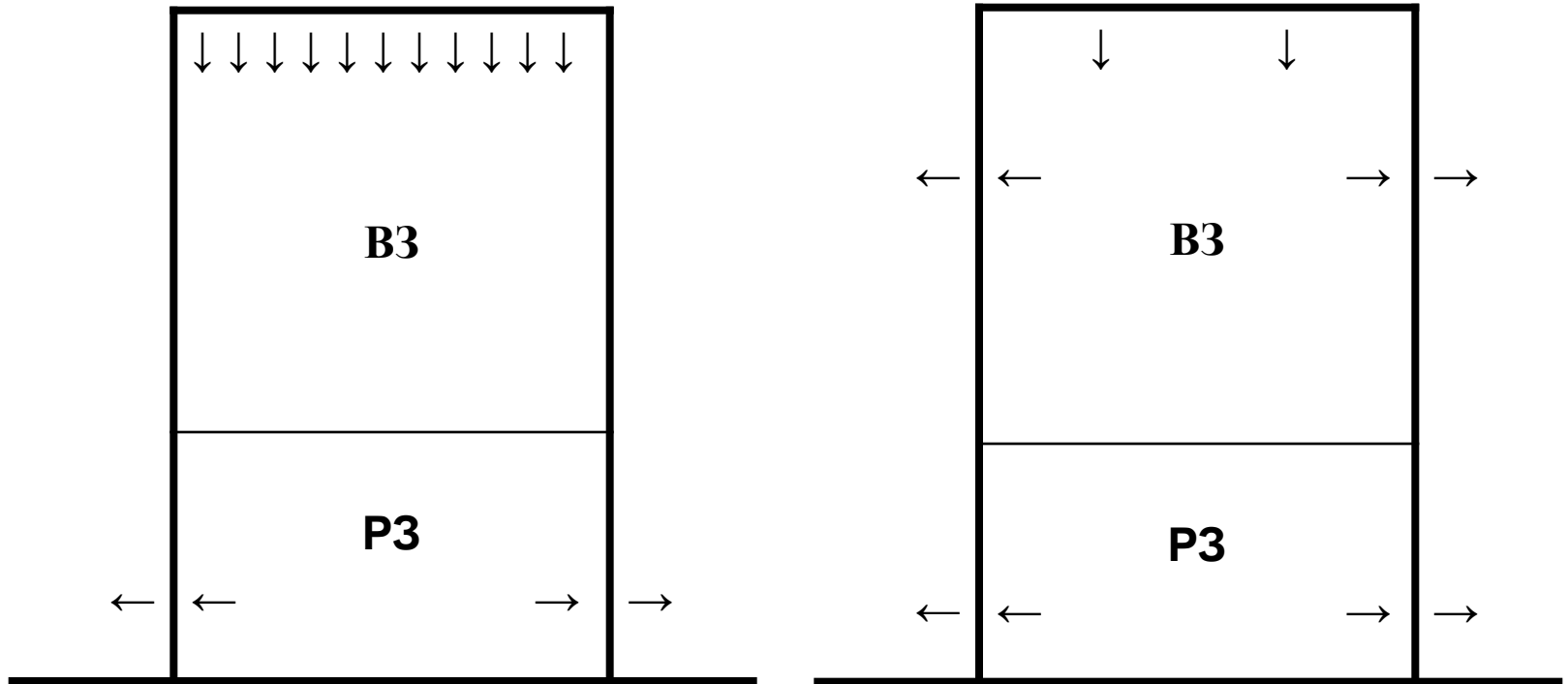


# ОБЩЕОБМЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ПО БОРЬБЕ С ПЫЛЬЮ



Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

Основные схемы организации общеобменной вентиляции по борьбе с пылью:



## ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО ОБЩЕОБМЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ:

- 1) предназначена для поддержания нормируемых параметров воздуха и нормируемых концентраций вредных веществ во всем объеме РЗ;
- 2) требует значительных расходов воздуха;
- 3) не гарантирует того, что на отдельных участках РЗ концентрации вредных веществ не будут больше нормируемых значений;

Несмотря на определенные недостатки без общеобменной вентиляции мы обойтись не можем.

Эти недостатки могут быть компенсированы путем устройства наряду с общеобменной других видов вентиляции.



# **МЕСТНАЯ ВЫТЯЖНАЯ (ЛОКАЛИЗУЮЩАЯ) ВЕНТИЛЯЦИЯ**



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**

**Местная вытяжная (локализирующая) вентиляция** предназначена для уменьшения количества поступающих в помещение вредностей путем их улавливания в месте образования.

**Эффективность** улавливания вредностей:

$$\eta = \frac{G_{\text{уловл. вредн.}}}{G_{\text{вредн. (нач.)}}}$$

**Расчетный воздухообмен** для любого вида вредностей

$$G_o = \frac{\Psi \rho_o G_{\text{вредн}} (1 - \eta)}{\text{ПДК} - y_o}, \text{ кг/с}$$

На практике значения  $\eta$  локализирующей вентиляции колеблются в очень широких пределах – от 0,4 до 0,99 (40 – 99 %)



Устройства по улавливанию вредностей называются *местными отсосами* или *вентиляционными укрытиями*.

В отличие от общеобменной вентиляции, *концентрация вредности под вентиляционным укрытием* не регламентируется:

$$C_{ВУ} \gg \gg ПДК_{РЗ}.$$

Местная вытяжная вентиляция позволяет сократить затраты на вентиляцию и уменьшить вероятность того, что *концентрация вредностей в рабочей зоне* будет превышать нормируемые значения.





## Основные требования к вентиляционным укрытиям:

- 1) **Эффективность по возможности должна быть максимальной.**
- 2) **Укрытие не должно мешать технологическому процессу, не должно снижать производительность труда.**
- 3) **Конструкция укрытия должна быть простой, допускать изготовление из различных материалов, по возможности учитывать естественное направление движения вредных веществ.**

Вентиляционные укрытия обычно делят на две группы:

- 1 **группа** – укрытия по улавливанию теплоты, паров, газов (зонты, зонты-козырьки, бортовой отсос, вытяжной шкаф, вытяжная панель);
- 2 **группа** – укрытия по улавливанию пыли (кожух, отсос от транспортера).

Различают также следующие **типы** вентукрытий: открытые, полуоткрытые и закрытые.



# ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УКРЫТИЙ



Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

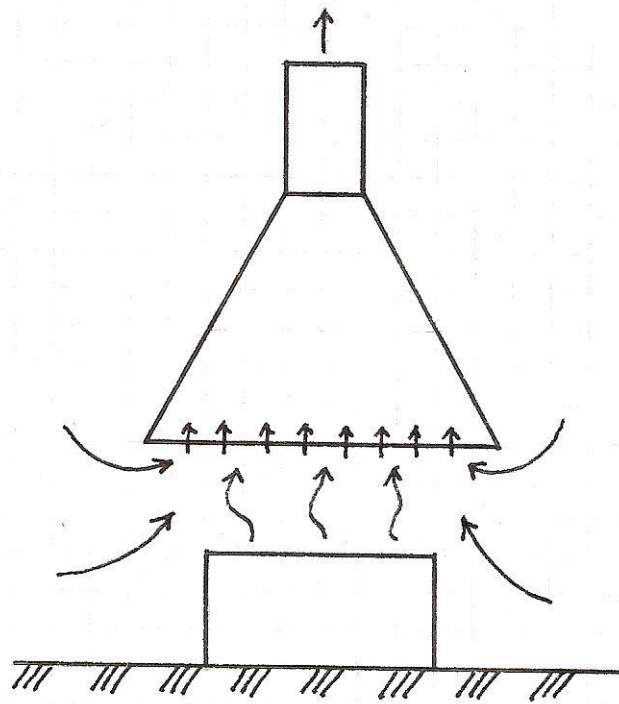
## ВЫТЯЖНОЙ ЗОНТ, ЗОНТ-КОЗЫРЕК

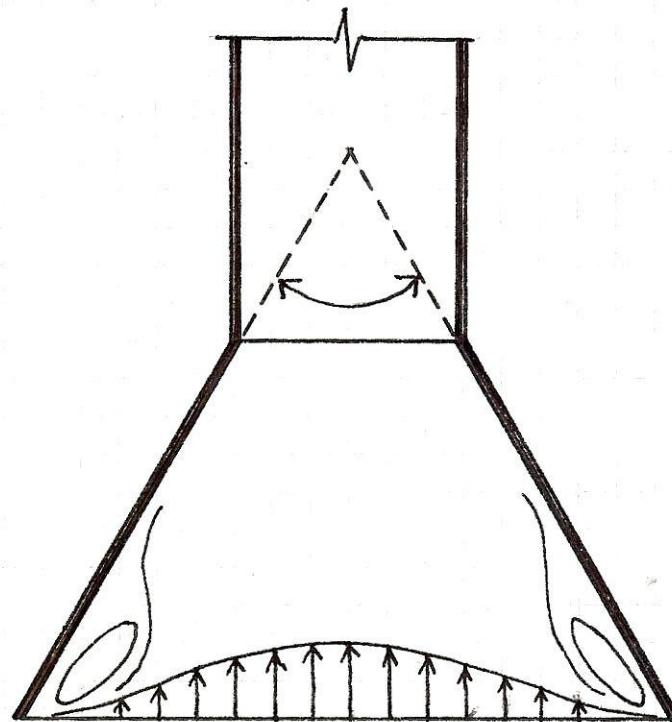
Один из простейших видов вентиляционного укрытия открытого типа.

Применяется, как правило, когда выделяющиеся вредности легче окружающего воздуха, т.е. существует подъемная сила.

Важной характеристикой зонта является угол раскрытия  $\beta$ .

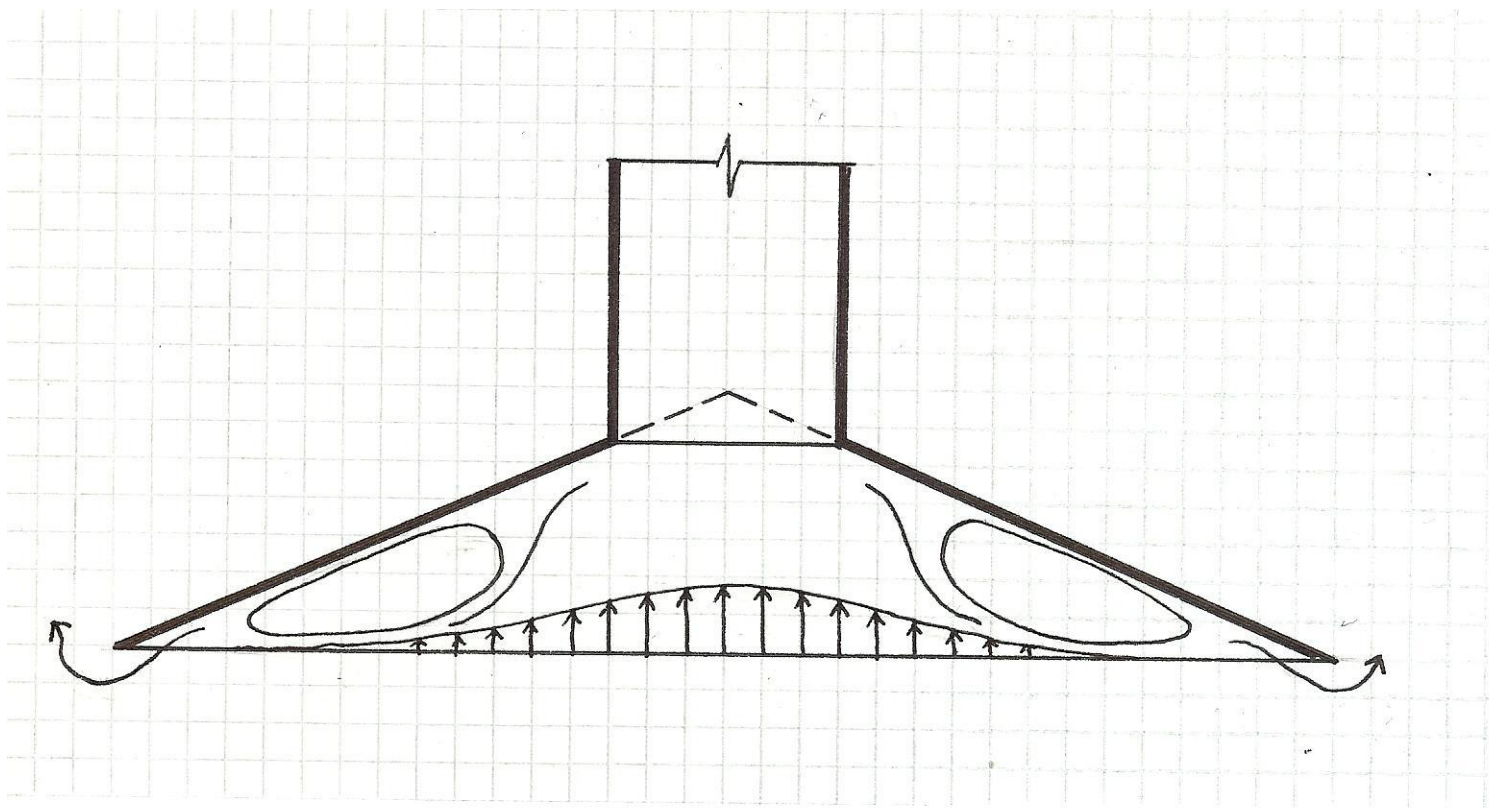




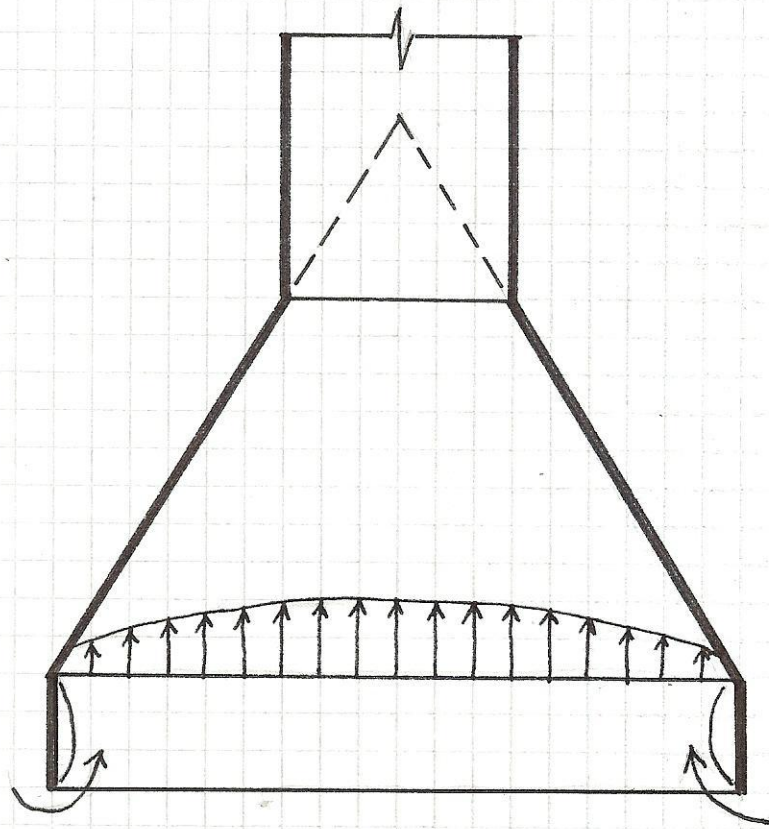


Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

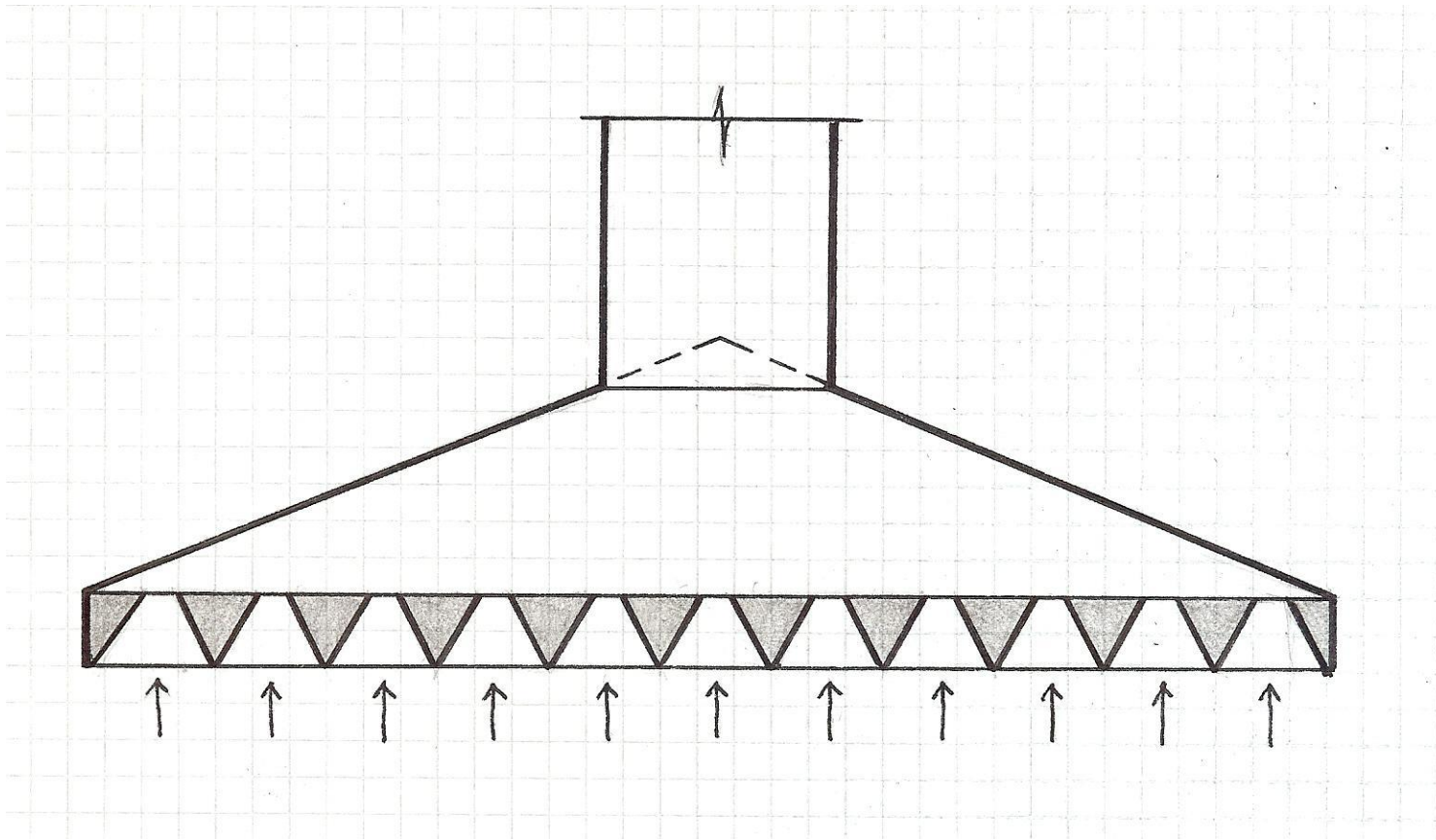




Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

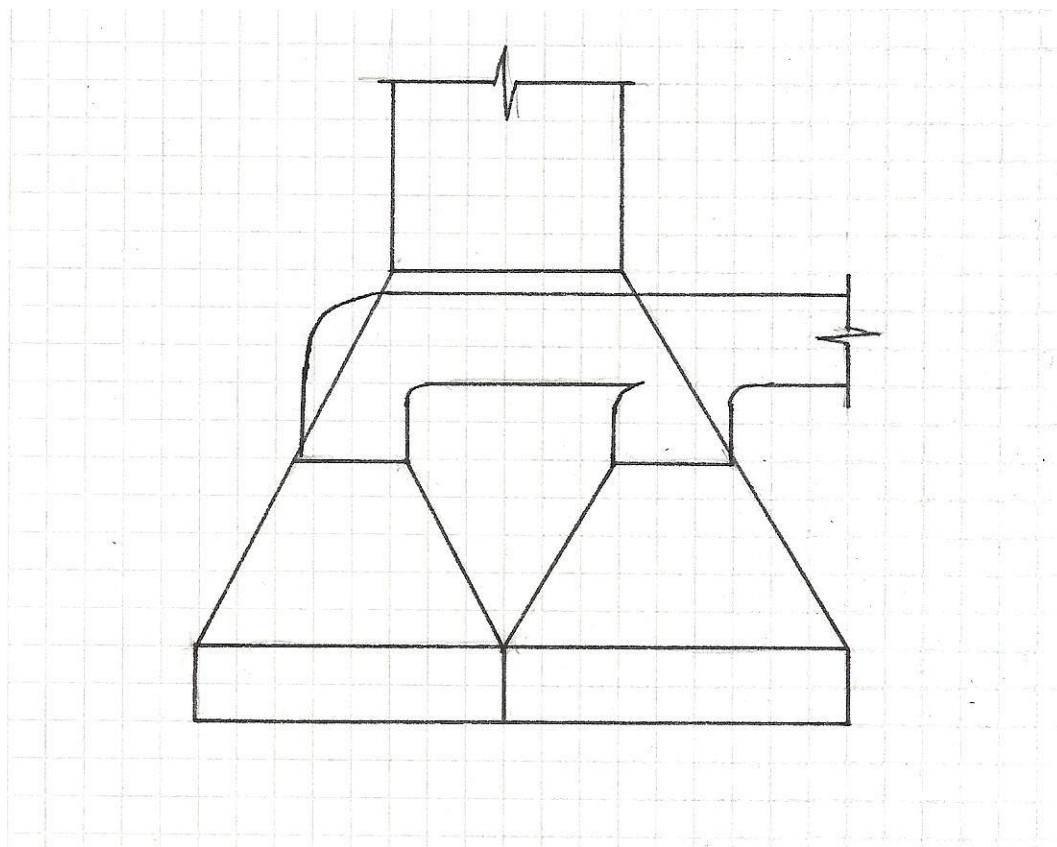


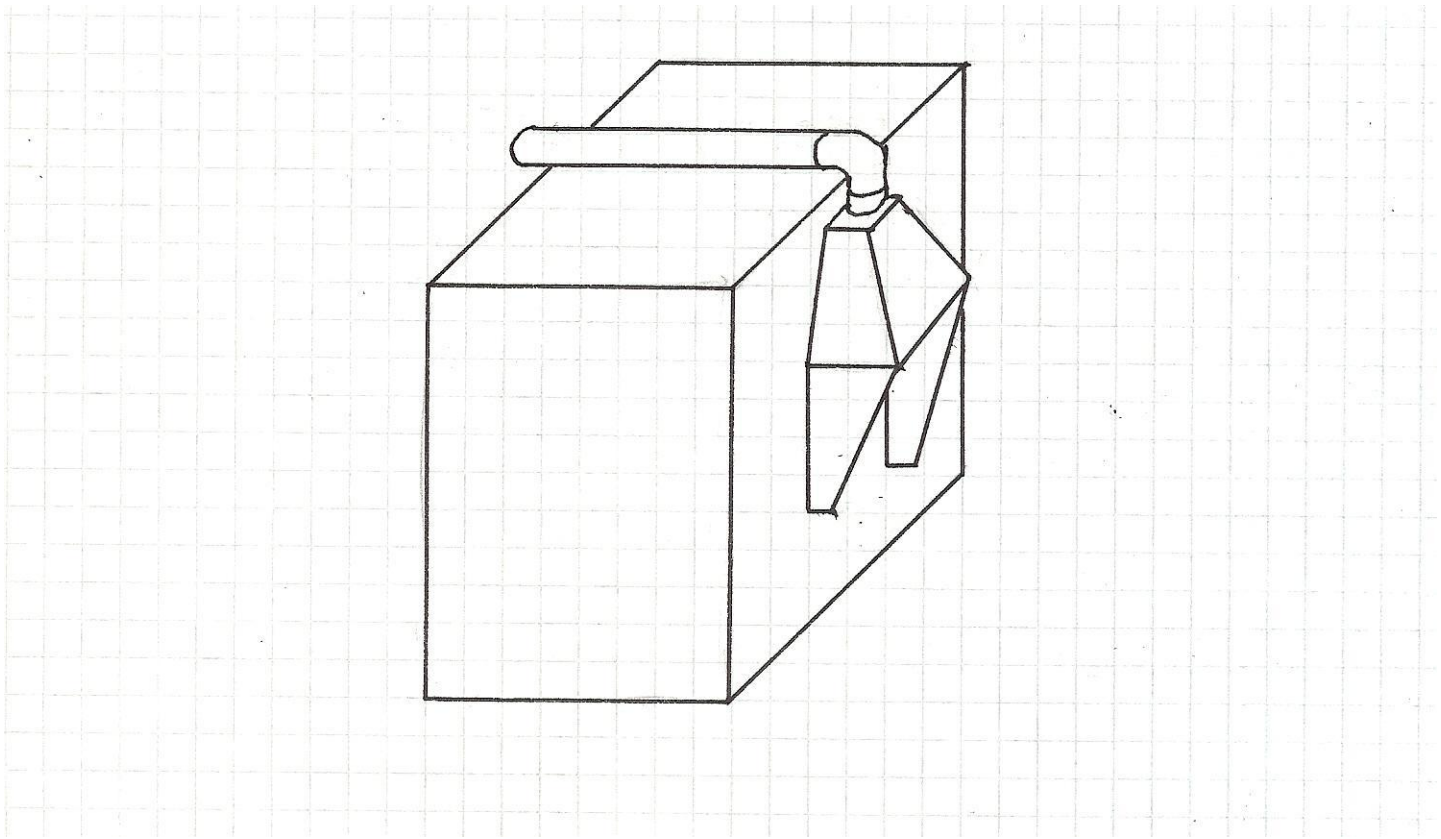
Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции



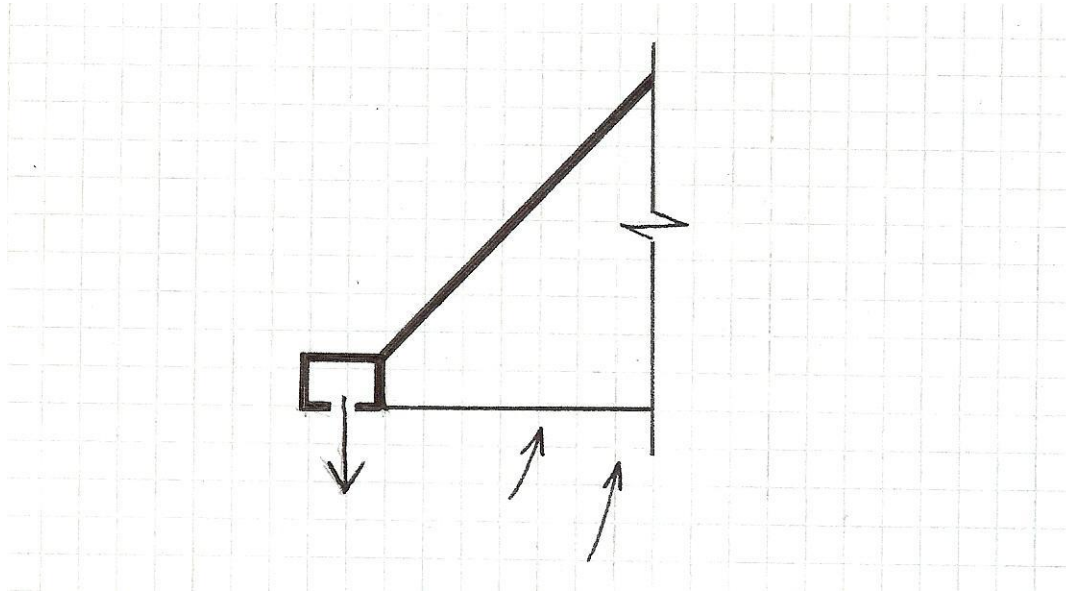
Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции







Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции



Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции



Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции





**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**





**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**





Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**





Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

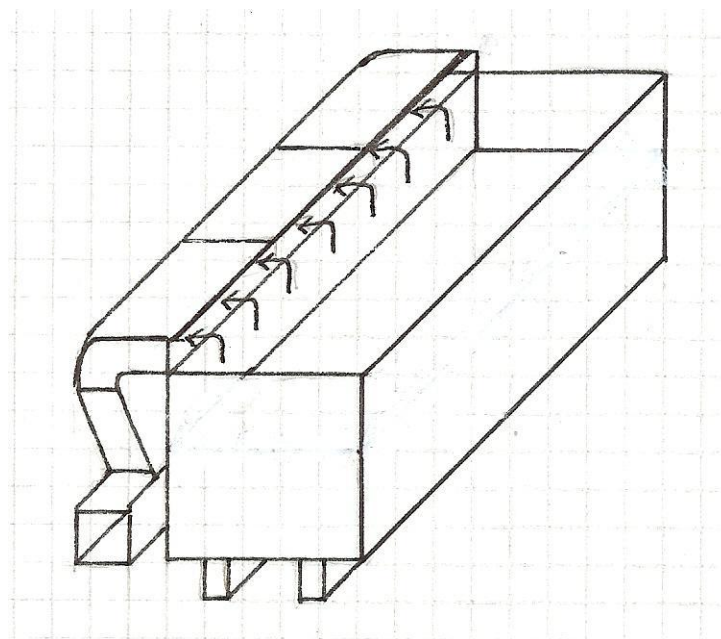


# БОРТОВОЙ ОТСОС

Относится к вентиляционным укрытиям открытого типа.

Применяется для удаления паров и газов, выделяющихся от ванн с растворами в гальванических цехах, в химическом производстве.

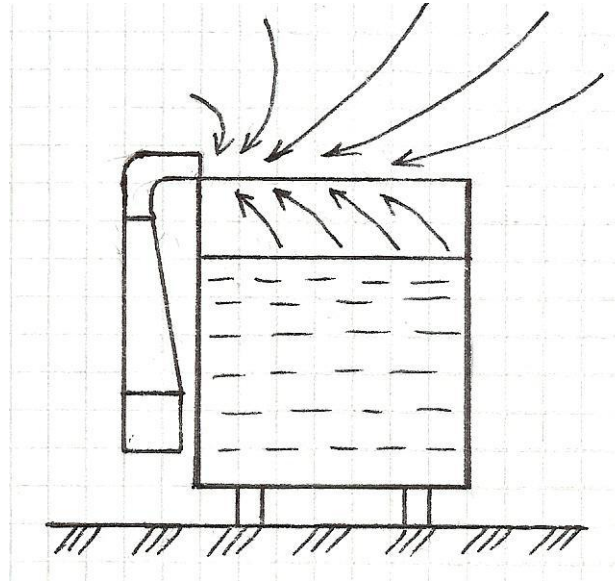


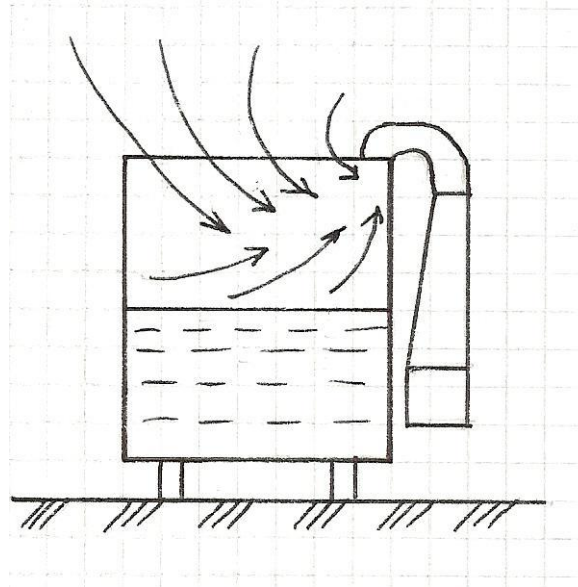


Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции



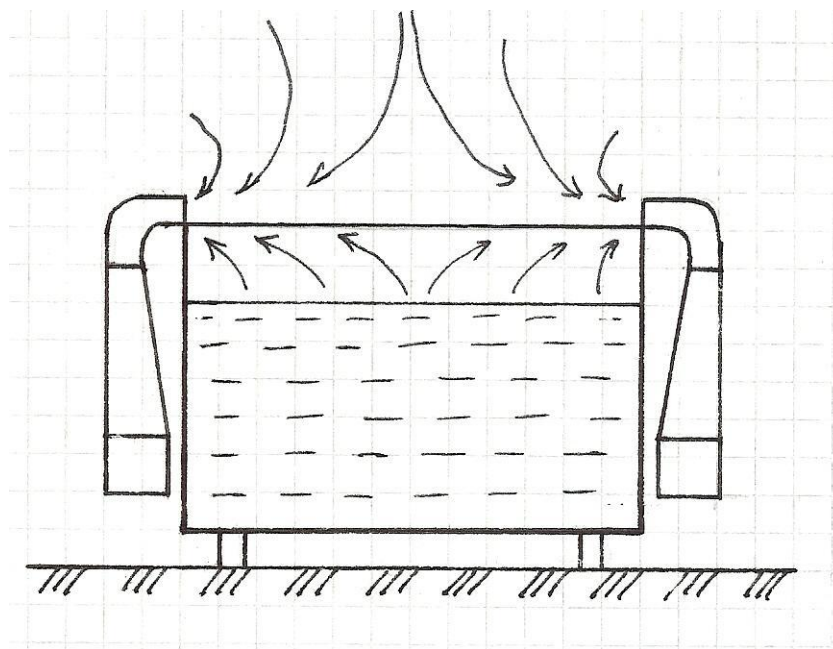
Конструктивно бортовые отсосы могут быть обычными и опрокинутыми.

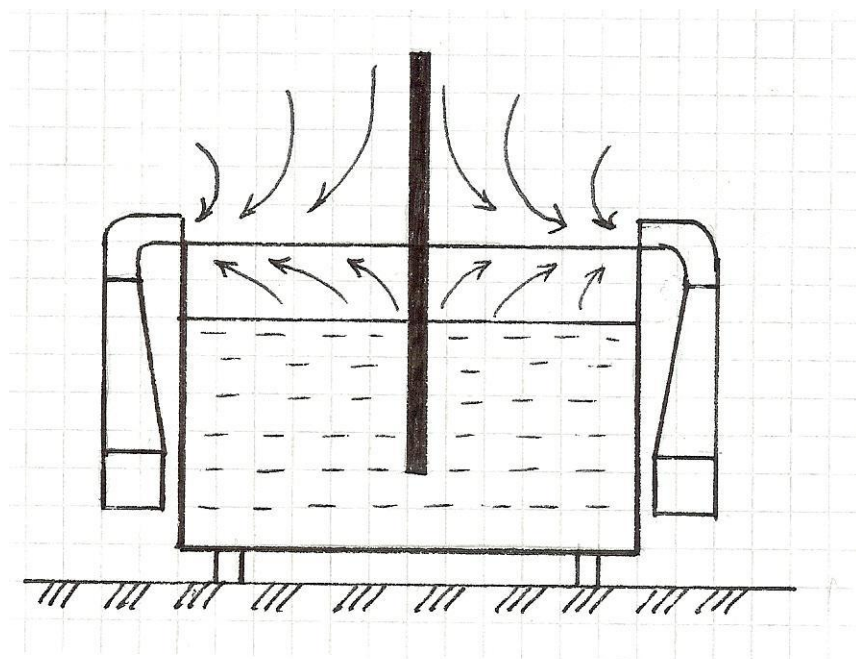




Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

В зависимости от ширины ванны устраиваются односторонние и двухсторонние бортовые отсосы.

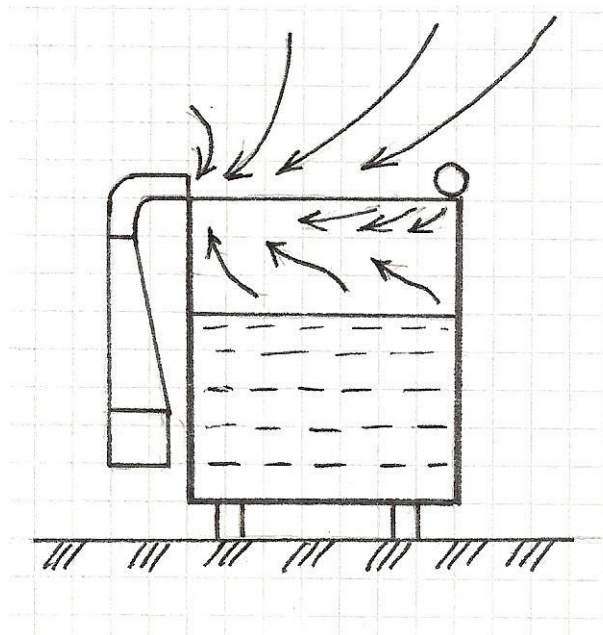




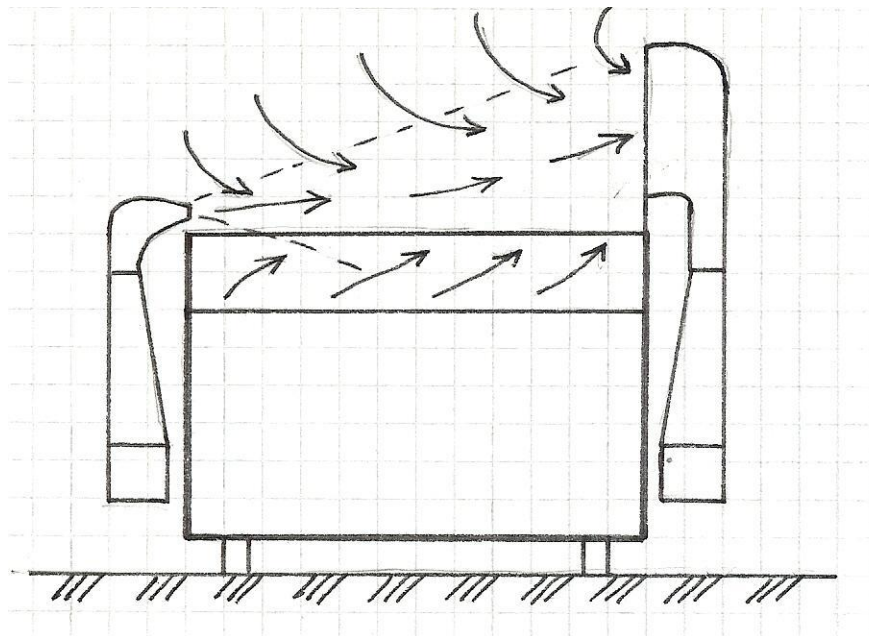
Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции



Возможно применение активированных бортовых отсосов или отсосов с передувкой.







Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции



Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**

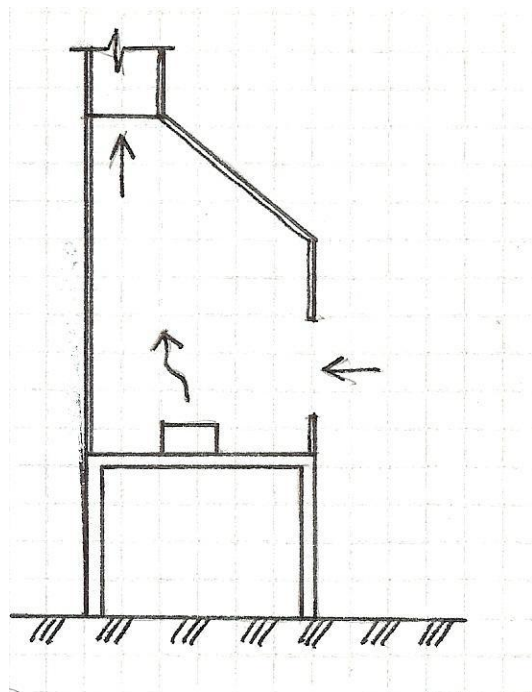


## **ВЫТЯЖНОЙ ШКАФ**

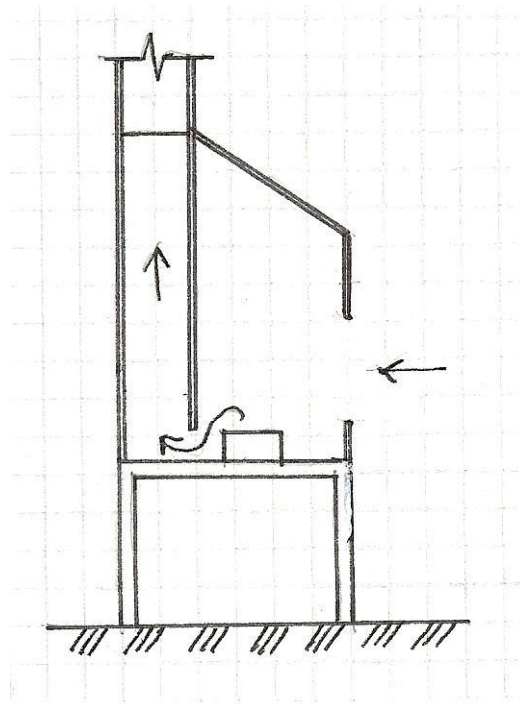
Относится к вентиляционным укрытиям полуоткрытого типа.

Применяется для удаления паров и газов, выделяющихся от источника, находящегося внутри укрытия.

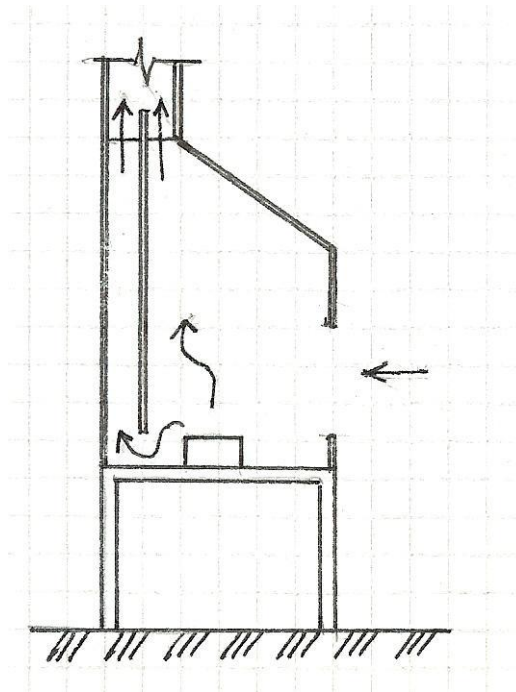




Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции



Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции



Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции





**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**

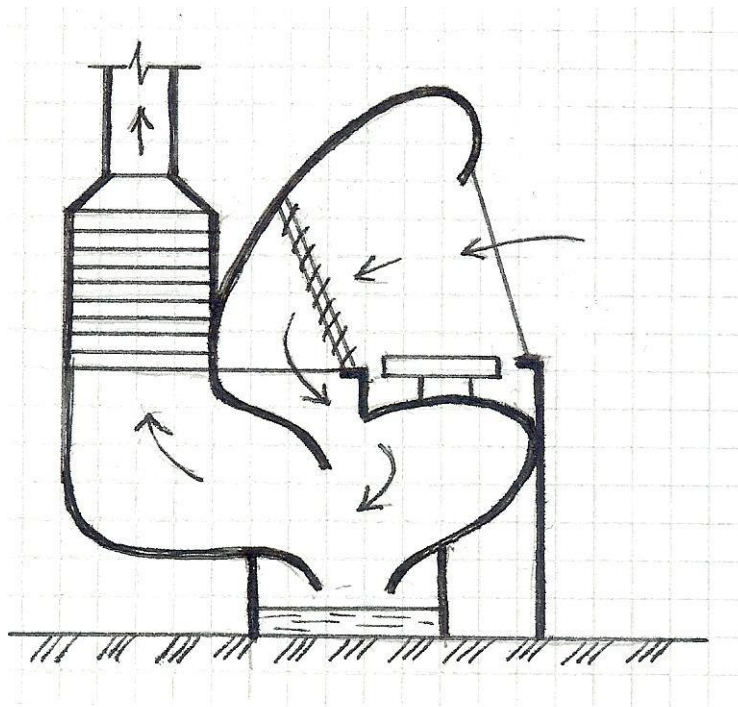


## **ШКАФ-КАМЕРА**

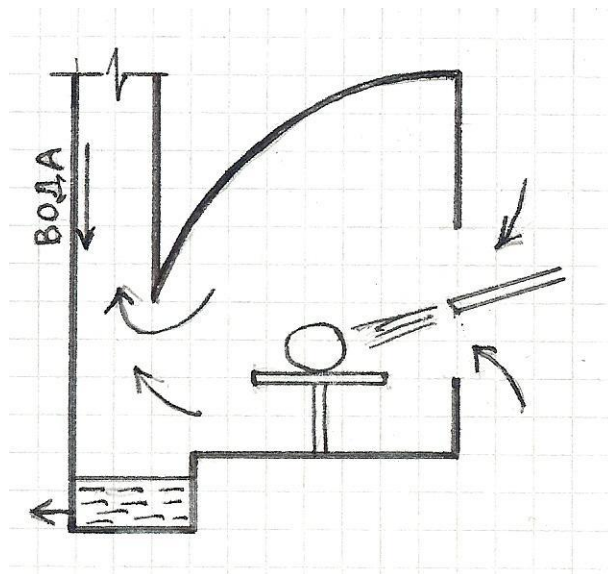
Относится к вентиляционным укрытиям полуоткрытого типа.

Применяется для удаления паров и газов, выделяющихся при окраске деталей, находящихся внутри укрытия.





Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции



Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

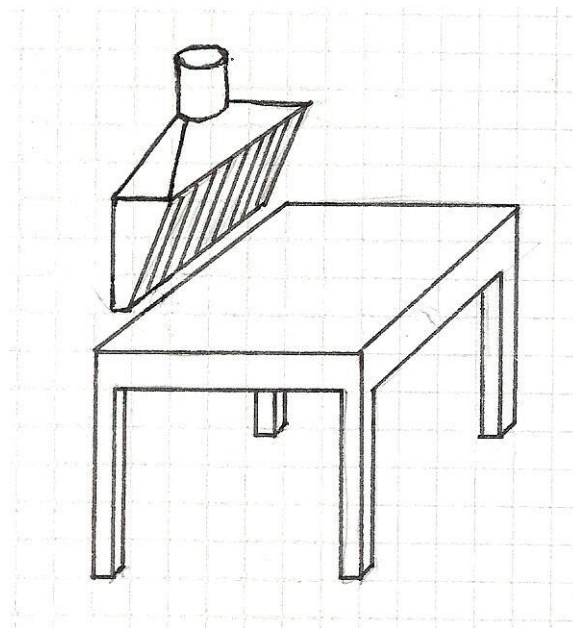


## **ПАНЕЛЬ РАВНОМЕРНОГО ВСАСЫВАНИЯ**

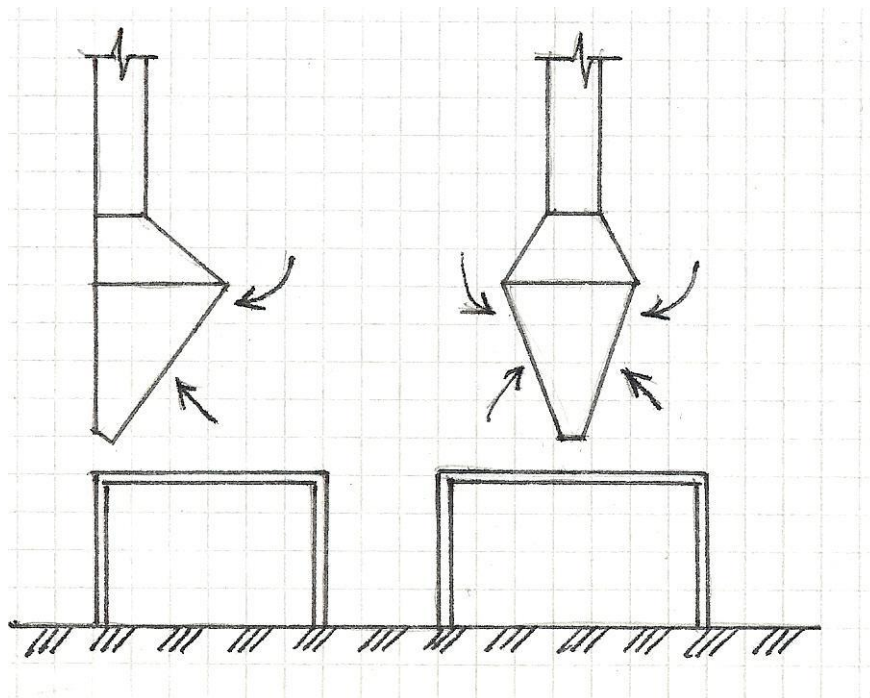
Относится к вентиляционным укрытиям открытого типа.

Применяется для удаления паров и газов, выделяющихся от источника, находящегося на рабочем столе.





Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции



Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции



**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**



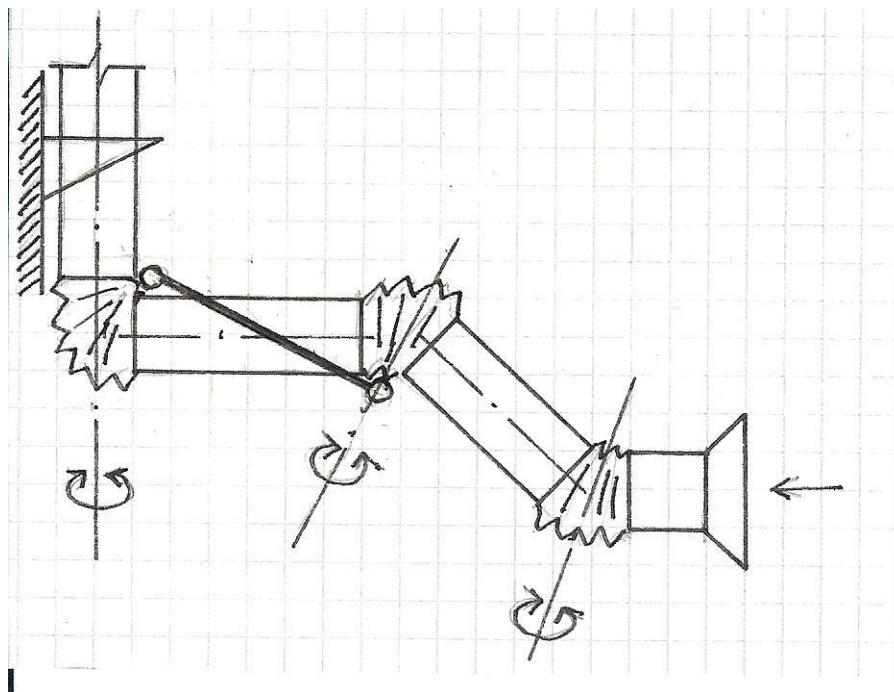
# **ВЫТЯЖНОЕ ШАРНИРНОЕ УСТРОЙСТВО**

Относится к вентиляционным укрытиям полуоткрытого типа.

Применяется для удаления паров и газов, выделяющихся при сварке изделий.







Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции



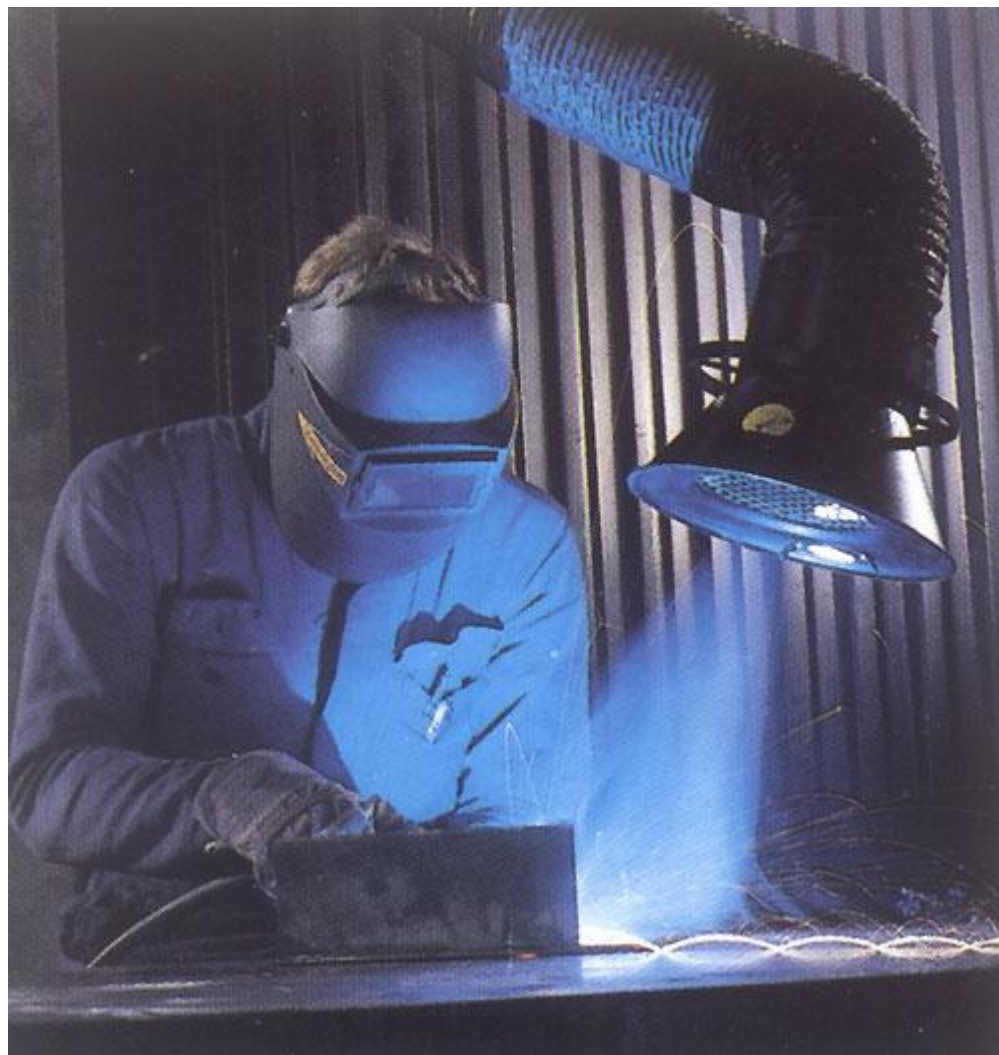


**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**



Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции





Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции



Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции





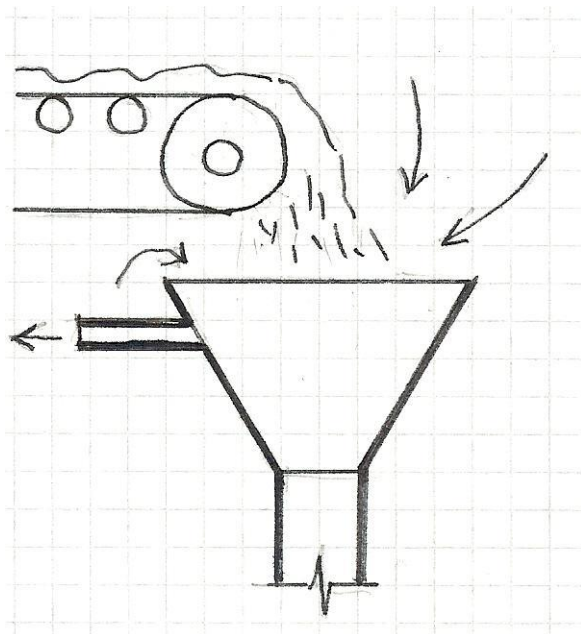
**Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции**

## **ВЫТЯЖНОЕ УКРЫТИЕ НАД ТРАНСПОРТЕРОМ**

Относится к вентиляционным укрытиям полностью закрытого типа.

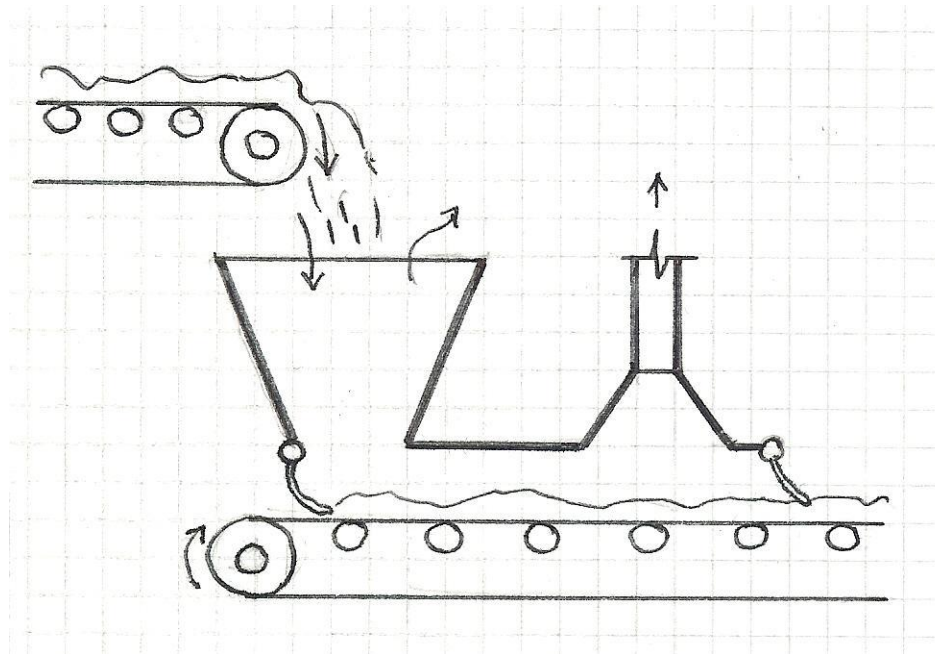
Применяется для удаления пыли при транспортировке и пересыпке сыпучих материалов.





Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции





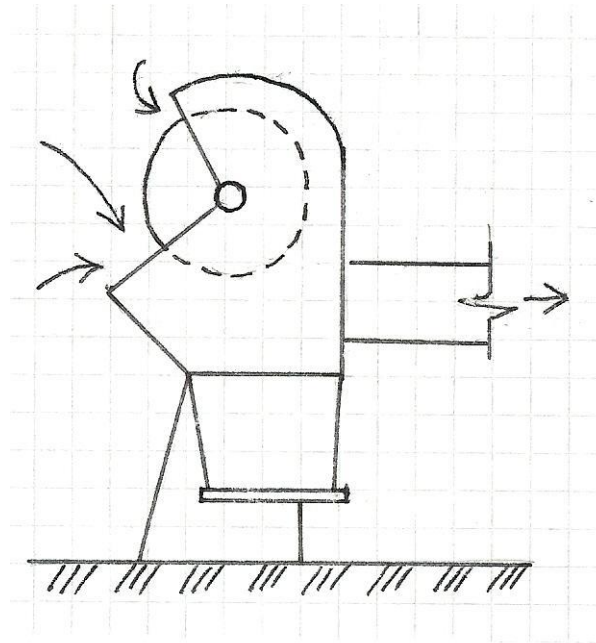
Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

## **КОЖУХ**

Относится к вентиляционным укрытиям полуоткрытого типа.

Применяется для удаления пыли от шлифовально-полировальных станков.





Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

# РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УКРЫТИЙ



Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

**Принципиально расход воздуха, удаляемого из-под любого вентиляционного укрытия может быть определен так:**

$$V = 3600 F_p w_p k + V_{вредн}, \quad \text{м}^3/\text{ч}$$

где  $F_p$  - площадь расчетного сечения укрытия, м<sup>2</sup>

$w_p$  - скорость воздуха в расчетном сечении укрытия, м /ч

$k$  - коэффициент, учитывающий неучтенные неплотности

$V_{вредн}$  – объемный расход вредностей, выделяющихся под укрытие, м<sup>3</sup>/ч

**Основные сложности заключаются в:**

- определении площади расчетного сечения,
- определении скорости воздуха в расчетном сечении.



## Расчет зонтов

Основывается на закономерностях конвективных струй.

В ходе расчета определяются площадь рабочего сечения (габаритные размеры зонта: ширина, длина, высота, диаметр патрубка), расстояние от источника до укрытия и расход воздуха, удаляемого зонтом.

Методика расчета зонтов приводится в справочной литературе.



## Расчет зонта-козырька

Используются зависимости приточных струй.

В ходе расчета определяются площадь рабочего сечения (габаритные размеры зонта: ширина, длина, высота, диаметр патрубка) и расход воздуха, удаляемого зонтом-козырьком.

Методика расчета зонтов-козырьков приводится в справочной литературе.



## Расчет бортового отсоса

Для расчета используются эмпирические формулы с большим количеством поправочных коэффициентов, учитывающих различные факторы, например,

- расстояние от верхней кромки ванны до уровня раствора;
- разность температур раствора и воздуха;
- токсичность и интенсивность вредных выделений;
- воздушное перемешивание;
- укрытие зеркала раствора плавающими предметами, пеной поверхностно-активных веществ;
- тип отсоса и др.

В ходе расчетов определяется расход воздуха, удаляемого бортовым отсосом.





## Расчет вытяжного шкафа

Для расчета рекомендуются скорости всасывания воздуха в рабочем проеме шкафа, в зависимости от выполняемой операции и вида выделяющихся вредностей. Значения от 0,3 до 1,5 м/с.

В ходе расчетов определяется расход воздуха, удаляемого вытяжным шкафом.



## Расчет шкафа-камеры

При расчете количество воздуха, удаляемого укрытием, определяется по скорости всасывания воздуха через открытые проемы, величина которой зависит от способа окраски и состава лакокрасочных материалов.



## *Расчет панели равномерного всасывания*

Для расчета рекомендуются скорости всасывания воздуха в живом сечении панели. Их значения: от 2,0 до 3,5 м/с для вредных испарений и газов без пыли, от 3,5 до 4 м/с для смеси с горячей дисперсной пылью.

В ходе расчетов определяется расход воздуха, удаляемого панелью.



## Расчет укрытий пылящего оборудования

Размеры укрытий и площади рабочих проемов обычно назначаются из условий технологического процесса.

Большинство укрытий пылящего оборудования конструктивно встраиваются в само оборудование и для них, как правило, уже известны и расход удаляемого воздуха и диаметр подсоединительного патрубка.

$$V = 3600 F_p w_p k_{зан}$$

здесь *k<sub>зан</sub>* – коэффициент запаса, позволяющий учесть неплотности помимо рабочего проема, примерно равный 1,15...1,25.

Регламентируется обычно либо расход, либо скорость.



Если укрытие заполняется сыпучими материалами, то необходимо учесть, что воздух выдавливается из рабочего проема

$$V = 3600 F_p w_p k_{зан} + V_{матер}$$

Скорость движения воздуха в рабочем проеме колеблется от 2 до 4 м/с.

Для укрытий у шлифовально-полировальных станков:

$$V = V_{уд} d_{круга}$$

Для шлифовальных кругов:  $V_{уд} = f(d_{круга})$

Для полировальных кругов:  $V_{уд} = f(материал)$

