Энгельсский технологический институт

ЭТИ СГТУ имени ГАГАРИНА Ю.А.

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств»

ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ В ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Методические указания
к лабораторной работе
по курсу «Безопасность жизнедеятельности»
для студентов направлений

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
09.03.04 «Программная инженерия»
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
18.03.01 «Химическая технология»
23.03.01 «Нефтегазовое дело»
29.03.05 «Конструирование изделий легкой промышленности»

очной и заочной формы обучения

Электронное издание локального распространения

Энгельс 2024 г.

Цель работы: изучить метод определении количества вредных веществ, выделяющихся в воздух испарением с открытых поверхностей, произвести расчет воздухообмена, необходимого для разбавления вредных веществ до ПДК.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Повышенная запыленность и загазованность, повышенная или пониженная влажность, повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны оказывает вредное воздействие на организм человека, вызывает снижение его работоспособности, увеличение травматизма и профессиональных заболеваний. Основными источниками теплоты, влаги и различных веществ, ухудшающих состояние воздушной среды, являются разнообразные технологические процессы, в частности химические технологии.

К химическим производствам с большими избытками тепла относятся литейные, прокатные, термические, сушильные отделения и др.

В ряде производств, особенно химических, выделяются пары, газы и аэрозоли, которые по своему действию на организм человека оказывают удушающее (окись углерода, синильная кислота), раздражающее (фтористый водород, сернистый газ, сероводород), наркотическое (бензол, сероуглерод), отравляющее (ртуть, фосфор) действие.

Поэтому создание вентиляции на производстве химических технологий - является главной задачей для создания благоприятных условий труда.

Нормативные значения параметров микроклимата и требования к составу воздуха рабочей зоны помещений химических производств определены ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно - гигиенические требования», СанПиН 2.2.4.548-96 «Санитарные нормы микроклимата производственных помещений» и СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

Вентиляцией называется комплекс взаимосвязанных устройств и процессов для создания требуемого воздухообмена в производственных помещениях.

Назначение вентиляции – удаление из рабочей зоны загрязненного или перегретого воздуха и поддержание химического состава и физического состояния воздуха, удовлетворяющие гигиеническим требованиям, т е. обеспечить определённые метеорологические параметры воздушной среды и чистоту воздуха.

Вентиляционная система – совокупность устройств для обработки, транспортирования, подачи и удаления воздуха.

Системы вентиляции классифицируются по следующим признакам:

1) По способу создания давления и перемещения воздуха:
   – естественная
   – искусственная (механическая)
   - смешанную.
2) По назначению:
   – приточные
   – вытяжные
   - приточно-вытяжные.
3) По способу организации воздухообмена:
   – общеобменная
   – местная
   - аварийная
   - противодымная.
4) По конструктивному исполнению:
5) –канальная
6) – бесканальная.

В основе естественной вентиляции лежит воздухообмен, основанный на разности температур. Данный показатель сказывается, прежде всего, на разном удельном весе воздуха, внутри производственного цеха и снаружи. Эффективность работы такой системы зависит от разницы этих параметров. То есть чем больше разница в удельном весе и температуре, тем больше эффективность работы данной системы. Данная система проветривания может быть организованной и неорганизованной. В первом варианте поступление воздушных объемов осуществляется через не плотности между окнами или дверями, а также при открывании форточек или дверей. Организованная, или регулируемая, осуществляется аэрацией (через открывающиеся фрамуги окон и аэрационных фонарей) или дефлекторы (специальные насадки на вытяжных трубах), а удаление загрязненного воздуха происходит через проемы в стенах (бесканальная) или по специальным воздуховодам (канальная). Естественная вентиляция применима, там, где нет больших выделений вредных веществ в воздух рабочей зоны. Она дешева и проста в эксплуатации. Основной недостаток – удаляемый воздух не очищается и загрязняет атмосферу.

В отличие от естественной при механической вентиляции воздух предварительно может быть очищен и доведен до требуемой температуры и влажности. Воздухообмен механической вентиляции происходит за счет разности давления, создаваемой вентилятором. Недостатком механической вентиляции является высокая стоимость и повышенный уровень шума.

Общеобменная вентиляция применяется в тех случаях, когда вредные вещества, избыточное тепло и влага выделяются рассредоточено по всему рабочему помещению и удалить их с помощью местных отсосов технически не представляется возможным, а также в тех случаях, когда необходимо разбавить до ПДК остатки воздуха, не удаляемого местными отсосами. Принцип действия общеобменной вентиляции основан на разбавлении загрязненного, перегретого или переувлажненного воздуха до уровней, соответствующих гигиеническим требованиям, что является менее эффективным и менее экономичным.

Приточная общеобменная система вентиляции производит забор воздуха извне вентилятором или эжектором через калорифер, где воздух нагревается и увлажняется, а затем подаётся в помещение.

Вытяжная система вентиляции удаляет загрязнённый и перегретый воздух через сеть воздуховодов при помощи вентилятора.

Приточно - вытяжная система вентиляции состоит из двух отдельных систем - приточной и вытяжной, которые одновременно подают в помещение чистый воздух и удаляют из него загрязнённый.

Местная вентиляция - вентиляция, при которой воздух подают на определённые места и загрязнённый воздух удаляют только от мест образования вредных выделений. Местная приточная вентиляция может обеспечивать приток чистого воздуха к определённым местам. И наоборот, местная вытяжная вентиляция удаляет воздух от определённых мест с наибольшей концентрацией вредных примесей в воздухе. Чаще всего используются такие системы в химической промышленности (рис.1).

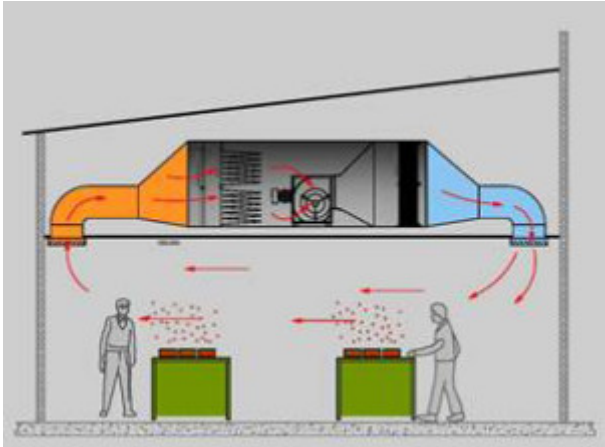

Рисунок 1 – Система вентиляции на химических производствах

Наиболее распространённым и эффективным способом улавливания вредных веществ непосредственно у мест их образования является применение аспирационных устройств, в частности местных отсосов, расчёт и проектирование которых рассматривается в литературе [1-5].

Конструкции местных отсосов могут быть полностью закрытыми, полуоткрытыми или открытыми. Наиболее эффективны закрытые отсосы. К ним относятся кожухи, камеры, герметично или плотно укрывающие технологическое оборудование. Если такие укрытия устроить невозможно, то применяют отсосы с частичным укрытием или открытые: вытяжные зонты, отсасывающие панели, вытяжные шкафы, бортовые отсосы (модификация однобортные и двубортные применяемы в гальванических производствах).

При проектировании вентиляционной системы основным требованием является определение воздухообмена, т.е. количества воздуха, необходимого для обеспечения требуемых параметров воздушной среды в рабочей зоне.

Требуемый воздухообмен при обеспечении чистоты воздуха определяется по количеству выделяющихся вредностей по формуле:

$$V = \frac{G \cdot 1000}{C_{ПДК} - C_0} \qquad (1)$$

где V - требуемый воздухообмен, м^3/ч;

G - масса вредностей, выделяющихся в рабочее помещение в единицу времени, г/ч;

Спдк - предельно допустимая концентрация; мг/м ;

Со - концентрация вредностей в приточном воздухе, мг/м

(согласно СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» Со не должна превышать 30% ПДК).

При подаче очищенного воздуха воздухообмен уменьшается на 40%.

При наличии местных отсосов воздухообмен определяется из следующей зависимости:

$$V = \frac{G - G_{м.о.}}{C_{ПДК} - C_0} + L_{м.о}. \qquad (2)$$

где Gм.о. - количество вредностей уносимых местными отсосами, мг/м ;

Lм.о. - количество воздуха, удаляемого местными отсосами, м /ч.

Определение количеств выделяющихся вредностей представляет определенную сложность. Для этой цели разработаны эмпирические формулы, определены средние удельные величины выделения вредностей из оборудования различного типа. При обнаружении утечки важно знать какие газы легче или тяжелее воздуха, которая определяется сравнением молярной массы исследуемого газа с молярной массой воздуха. Считается если вещество с молярной массой менее 28,836 г/моль, то оно легче воздуха.

Расчет количества вредностей, испаряющихся с открытых поверхностей, производится по формулам:

а) пары вещества легче воздуха:

$$G = 0{,}184 \cdot \mathrm{F} \cdot l^{-1/4} \cdot D^{1/2} \left(P_n \cdot M_n\right)^{5/4} \cdot \left[\frac{\nu_1}{\nu_2} - 1\right]^{1/4} \qquad (3а)$$

а) пары вещества тяжелее воздуха:

$$G = 0{,}184 \cdot \mathrm{F} \cdot l^{-1/4} \cdot D^{1/2} \cdot \left[1 - \frac{\nu_1}{\nu_2}\right]^{1/4} \qquad (3б)$$

где F - площадь испарения, равная S кюветы, м ;

l - определяющий размер кюветы с исследуемым веществом, м;

D - коэффициент диффузии, м /с;

$P_п$- давление паров над жидкостью, определяется по таблице 2 приложение 1;

$M_п$- молекулярная масса паров выделяющегося вещества;

V_1 – объем исследуемого вещества после испытания;

V_2 - объем исследуемого вещества до испытания.

Коэффициент диффузии для данных условий определяется по формуле:

$$D = D_0 \cdot \left(\frac{T}{273}\right)^2 \cdot \left(\frac{P}{P_0}\right) \qquad \text{……..(4)}$$

где D_0 - коэффициент диффузии для нормальных условий, определяемый по таблице 1 Приложение 1;

T - температура в помещении, К°;

P - барометрическое давление (см. барометр), мм рт. ст.

P_0 - барометрическое давление при н.у. температуре 20 °С, - 755 мм рт. ст.

Расчёт количества вредных веществ, поступающих в помещение через неплотности в аппарате, производится по формуле:

$$G = m \cdot \rho \cdot V \qquad (5)$$

где m - коэффициент негерметичности, ч

р - плотность газа в оборудовании при рабочем давлении и температуре, кг/м^3;

V - объем оборудования, занимаемого газовой фазой, м .

Коэффициент негерметичности определяется из выражения:

$$m = \left(\frac{1}{\tau}\right)^2 \cdot \left(\frac{\Delta P}{P_н}\right) \qquad (6)$$

где τ время испытания, ч;

Рн - рабочее давление газа, Па,

ΔР - падение давления за время испытаний, Па

При расчете местной вытяжной вентиляции объем удаляемого воздуха определяется по формуле:

$$L = \mathrm{F} \cdot \upsilon \cdot 3600 \qquad \text{……..(7)}$$

где L - требуемый воздухообмен, м^3 / ч;

F - площадь открытого сечения вытяжного устройства, м ;

v - скорость движения воздуха в проеме вытяжного устройства (колеблется от 0,5 до 1,7 м/с в зависимости от характера вредных выделений).

В тех случаях, когда количество вредных веществ велико или трудно определимо, расчёт воздухообмена можно производить по его кратности:

$$K = \frac{V}{V_{пом}} \quad \text{……..(8)}$$

где К - кратность воздухообмена, ч;
V - требуемый воздухообмен, $м^3$/ч;
$V_{ПОМ}$ - объём помещения (объем опытной камеры лабораторного стенда «Промышленная вентиляция), $м^3$.

Минимальный расход наружного воздуха на одного работающего и кратность воздухообмена указаны в СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий» и равны:

Расход воздуха				Приточные системы
с естественным проветриванием	без естественного проветривания			
на 1 чел., $м^3$/ч	на 1 чел., $м^3$/ч	обмен/ч	% общего воздухообмена, не более	
30* 20**	60	1		без рециркуляции или с рециркуляцией при кратности воздухообмена 10 обменов и более в 1 ч
	60 90 120		20 15 10	с рециркуляцией при кратности воздухообмена менее 10 обменов в 1 ч

*При объеме помещения (участка, зоны) на 1 чел. менее 20 м3.
** При объеме помещения (участка, зоны) на 1 чел. 20 м3 и более.

При устройстве местной вытяжной вентиляции необходимо иметь представление о закономерностях движения воздуха при всасывании через отверстие. Вблизи вытяжных отверстий закономерности течения зависят от формы отверстия и соотношения его размеров. Для решения практических задач пользуются спектром скоростей всасывания. Спектр всасывания (рис. 2) представляет собой ряд кривых линий равных скоростей.

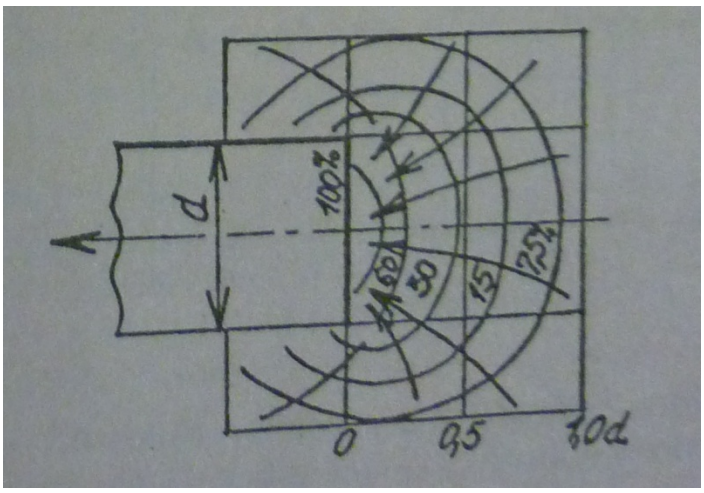

Рисунок 2 – Структура всасывающего факела.

Движение воздуха происходит по линиям, перпендикулярным линиям равных скоростей. Спектры всасывания для геометрически подобных воздухоприемников одинаковы.

Имеется следующая зависимость изменения осевых скоростей всасывающих факелов:

$$\frac{\upsilon_X}{\upsilon_0} = \frac{\upsilon_X}{\upsilon_{cp}} = \frac{1}{1 + K\left(\frac{l}{F}\right)^{1/4}} \qquad (9)$$

где v - осевая скорость всасывающего факела на расстоянии *l* от всасывающего патрубка, м/с;

v_0 - осевая скорость во всасывающем патрубке, м/с;

v_{cp}- средняя скорость в сечении всасывающего патрубка, м/с;

F - площадь поперечного сечения всасывающего патрубка, м^2;

К - опытный коэффициент (для круглого и квадратного сечения К= 7,7).

Аварийная система вентиляции устанавливается в помещениях химических производств, где возможен неожиданный выброс чрезвычайно опасных вредных веществ в количествах, значительно превышающих ПДК, с целью их быстрого удаления. Аварийная вентиляция необходима для удаления газа в помещениях с газовым пожаротушением, для удаления газа после работы системы.

Противодымная вентиляция устанавливается в производственных зданиях, где применяются химические технологии с повышенной пожароопасностью, и служит для обеспечения эвакуации людей. С помощью этой системы подается необходимое количество воздуха, препятствующего распространению дыма в помещении.

Для создания оптимальных метеорологических условий в производственных помещениях применяют наиболее совершенный вид промышленной вентиляции - кондиционирование воздуха.

Кондиционированием воздуха называется его автоматическая обработка с целью поддержания в производственных помещениях заранее заданных метеорологических условий независимо от изменения наружных условий и режимов внутри помещения. В ряде случаев помимо обеспечения санитарных норм микроклимата воздуха в кондиционерах производят специальную обработку: ионизацию, дезодорацию, озонирование и т.п.

Кондиционер - это вентиляционная установка, которая с помощью автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды. Кондиционеры классифицируются но нескольким признакам:

1) По виду: установки полного кондиционирования воздуха, обеспечивающие постоянство температуры, относительной влажности, скорости движения и чистоты воздуха; установки неполного кондиционирования, обеспечивающие постоянство только части этих параметров или одного параметра, чаще всего температуры.

2) В зависимости от способа холодоснабжения: подразделяются на: автономные и неавтономные. В автономных кондиционерах холод вырабатывается собственными встроенными холодильными агрегатами. Неавтоматические снабжаются хладоносителями централизовано.

3) По способу приготовления и раздачи воздуха: подразделяются на центральные и местные.

Технологическое кондиционирование в промышленности устраивается с целью обеспечения постоянства влагосодержания материалов, скорости протекания химических и биохимических реакций, процессов кристаллизации, поддержания неизменных температуры и влажности, необходимых для испытания материалов в стандартных условиях, и др.

Описание установки

Лабораторные работы выполняются на установке, схема которой представлена на рис. 3.

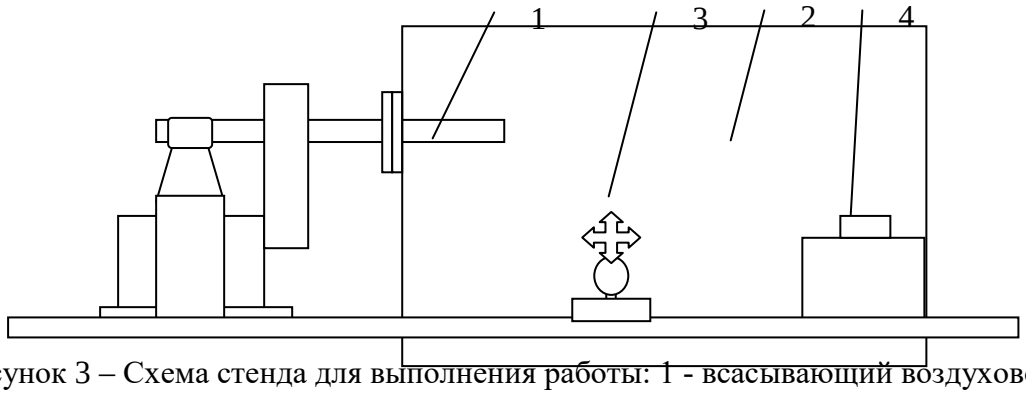

Рисунок 3 – Схема стенда для выполнения работы: 1 - всасывающий воздуховод; 2 - вытяжной шкаф; 3 - анемометр; 4 - кювета

Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Задание

1. Ознакомиться с устройством вентиляционной установки и теоретической частью работы.
2. Взять заданное вещество у преподавателя и определить по каким формулам производить расчет количества вредностей, испаряющихся с открытых поверхностей (легче или тяжелее воздуха).
3. Рассчитать количество вредного вещества, выделяемого в пространство вытяжного шкафа с открытой поверхности кюветы.
4. Рассчитать требуемый режим воздухообмена.
5. Сравнить расчетный воздухообмен с нормами, предъявляемые к воздухообмену химических производств.

Методика выполнения работы

1. Определить площадь S и определяющий размер *l* (диаметр) кюветы.
2. Из табл. 1,2 (см. приложение) определить коэффициент диффузии и давления паров над жидкостью.
3. Измерить барометрическое давление P.
4. Рассчитать коэффициент диффузии D по формуле 4 и количество G вредного вещества, выделяющегося с открытой поверхности по формуле 3.
5. Определить класс опасности вещества и его ПДК по таблице 3 Приложения 1.
6. Данные внести в табл. 1.
7. Измерить скорость потока воздуха в открытом сечении вентиляционного шкафа. Измерение произвести с помощью анемометра по методике, приведённой ниже стр. 10.
8. Рассчитать необходимое количество подаваемого воздуха V по формуле 1 v и кратность воздухообмена К по формуле 8. Расчет местной вытяжной вентиляции объем удаляемого воздуха определяется по формуле 7. Сравнить полученные результаты с нормативными значениями СП 2.2.1.1312-03. Данные внести в табл. 2.

Таблица 1 – Результаты испытания

Вред в-во	S, $м^2$	*l*,м	P, мм. рт.ст.	D_0 при 0^0C	D_0 при t^0C	G г/ч	Класс опас-ности	ПДК, $мг/м^3$	V, $м^3/ч$	υ, м/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Таблица 2– Результаты испытания

Наименование прибора	Точка замера	Скорость движение воздуха		Площадь сечения F, $м^2$	Расход воздуха, L $мг/м^3$	Кратность воздухообмена K, $ч^{-1}$
		υ, дел/с	υ, м/с			
1	2	3	4	5	6	7

Измерение скорости движения воздуха

В чашечном анемометре приёмной частью служит крестовина с четырьмя полушариями, укреплённая на вертикальной оси.

При замерах ось чашечного анемометра должна быть перпендикулярной к направлению движения воздушного потока. Под действием воздушного потока полушария вращаются, что фиксируется счётным механизмом со шкалой. Включение механизма производится арретиром. Пределы измерения от 1 до 20 м/с, порог чувствительности 0,8 м/с.

Методика измерения состоит в следующем: анемометр помещают в воздушный поток и спустя 10-15с включают счётный механизм и одновременно секундомер, фиксирующий время измерения (t).

Для получения средней скорости ($v_{ср}$) потока анемометр медленно перемещают по площади сечения, в котором производится измерение. Через 30-60 секунд, не вынимая анемометра из потока, выключить счётный механизм и секундомер. Перед измерением записывается начальное показание анемометра n_1, после измерения - конечное n_2. Разность показаний, отнесённая ко времени измерения, даёт так называемую скорость анемометра, (Vан), дел/с:

$$\upsilon_{ан} = \frac{(n_2 - n_1)}{t}$$

Среднюю скорость воздушного потока ($V_{ср}$) находят с помощью графика, представленный на рисунке 3.

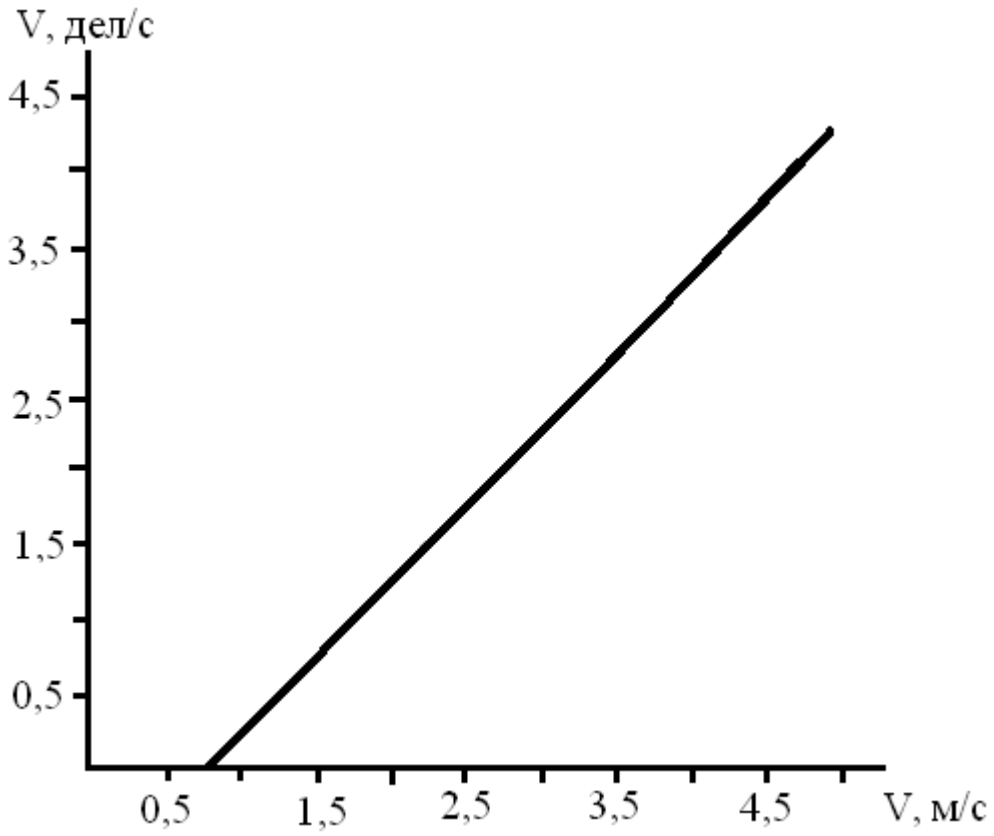

Рисунок 4 – График перевода значений скорости движения воздуха из дел./с в м/с для чашечного анемометра

Обработка данных и оформление отчета

1. Рассчитать G по формуле 3.
2. По формуле 1 рассчитать необходимое количество подаваемого воздуха.
3. Найти скорость всасываемого воздуха в проеме вентиляционного шкафа.
4. По формуле 8 определить кратность воздухообмена.
5. Сравнить расчётные и нормируемые значения и сделать выводы.

Оформление отчета

Отчет должен содержать;
-задание;
-схему установки;
-основные определения и понятия;
-расчётные формулы и результаты вычислений;
-отчетные табл. 1,2;
-выводы.

Техника безопасности

1. Створки шкафа должны быть открыты не более, чем на 1/3 проема.
2. Работы с вредными веществами осуществлять с использованием средств индивидуальной защиты.
3. После проведения работы кюветы закрыть,
4. Включение и выключение установки производится только лаборантом или преподавателем.

Вопросы для самопроверки

1. Какие производственные процессы характеризуются повышенными тепло- и газо- выделениями?
2. Каково назначение вентиляции?
3. В чём сущность естественной и искусственной вентиляции?
4. Какими основными параметрами характеризуется механическая вентиляция?

5. Как рассчитывается требуемый воздухообмен и его кратность?
6. Назовите методы, позволяющие определить количество выделяющихся вредностей?
7. От чего зависят закономерности течения воздуха при всасывании его через отверстия? Как осуществляется движение воздуха вблизи всасывающего отверстия?
8. Назовите наиболее часто применяемые типы местных отсосов, дайте их сравнительную характеристику.
9. Что такое кондиционирование и какое оно имеет значения для производств химической технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обязательные издания

1. Борисова, Н. В. Безопасность жизнедеятельности. Лабораторный практикум / Н. В. Борисова, Е. В. Бычкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 168 с. — ISBN 978-5-507-46610-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/351905. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Рысин, Ю. С. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / Ю. С. Рысин, С. Л. Яблочников. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 132 с. — ISBN 978-5-4497-0440-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/124636.html. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

3. Безопасность жизнедеятельности : учебник / под редакцией Э. А. Арустамова. — 21-е изд. — Москва : Дашков и К, 2018. — 446 с. — ISBN 978-5-394-02972-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/105582. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Л.А. Муравей [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 431 с. – Режим доступа: http:// www.iprbookshop.ru/7017. – ЭБС «IPRbooks»

2. Дополнительные издания

1. Еременко В.Д. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Еременко В.Д., Остапенко В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский государственный университет правосудия, 2016.— 368 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/49600.html.— ЭБС «IPRbooks».

2. Безопасность жизнедеятельности в химической промышленности : учебник / Н.И. Акинин, Л.К. Маринина, А.Я. Васин [и др.] ; под общей редакцией Н.И. Акинина. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-3891-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/116363

3. Екимова И.А. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие / Екимова И.А. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012. – 192 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/13876.— ЭБС «IPRbooks»

3. Бурашников, Ю.М. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда на предприятиях пищевых производств : учебник / Ю.М. Бурашников, А.С. Максимов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-2497-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/93587

4. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Л.А. Муравей [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 431 с. – Режим доступа: http:// www.iprbookshop.ru/7017. – ЭБС «IPRbooks».

5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». - М.: Стандартинформ, 2022. – 412 с.

3. Периодические издания

6. Журнал «Безопасность труда в промышленности» https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8430
7. Журнал «Охрана и экономика труда» https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32420
8. Журнал «Экология промышленного производства» https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=9263

4.Интернет-ресурсы

9.http://www.tehdoc.ru; http://www.safety.ru – нормативная документация по охране труда;
10.http://www.mintrans.ru –официальный сайт министерства транспорта РФ;
11.http://www.minzdravsoc.ru – официальный сайт Минздравсоцразвития;
12.http://www.mchs.ru/ -официальный сайт МЧС;
13.http://www.gks.ru/ -официальный сайт федеральной службы государственной статистики;
14.http://www.novtex.ru –научно-практический и учебно-методический журнал БЖД;
15.http://www.sci.aha.ru –web атлас по БЖД.

5. Источники ИОС

16. Безопасность жизнедеятельности
http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1

Приложение 1
Таблица 1

Коэффициенты диффузии D_0 (в $м^2/с$)

Вещество	В воздухе при 0^0С, $D_0 \cdot 10^4$	В воде при 0^0С, $D_0 \cdot 10^6$
1	2	3
Аммиак	0,198	0,00183
Бензол	0,077	-
Водяной пар	0,22	-
Двуокись углерода	0,136	0,00178
Пропиловый спирт	0,102	0,00103
Сероуглерод	0,088	-
Уксусная кислота	-	0,00095
Этиловый спирт	0,102	0,00103

Таблица 2

Давление паров над жидкостью, P_n, в мм.рт.ст.

Вещество	Давление пара при температуре, ^oC												
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Ацетон	66,8	116	185	283	422	613	861	1190	1611	2142	2797	3594	4547
Бензол	26,5	45,4	74,7	118	181	269	389	547	754	1016	1344	1748	
Вода	4,6	9,2	17,5	31,8	55,3	92,5	149	234	355	526	760	1075	1489
Пропиловый спирт	12,2	23,6	43,9	78,8	135	222	353	543	813	1187	1692	2360	3223
Сероуглеро	128	198	298	435	618	857	116	155	203	261	338	422	522

д							5	2	3	9	5	0	0
Этиловый спирт	12,2	23,6	43,9	78,8	135	222	353	543	813	1187	1692	2360	3223

Таблица 3

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе, мг/ м^3 (ГОСТ 12.1.005.88 ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».)

Вещество	**В воздухе рабочей зоны**	**В воздухе населенных пунктов**		**Класс опасности**	**Особенности воздействия**
		Максимальная разовая ≤30 мин	**Среднесуточная; воздействие >30 мин**		
1	2	3	4	5	6
Азотная кислота	2	0,4	0,15	2	-
Аммиак	20	0,2	0,04	4	-
Ацетон	20	0,2	0,04	4	-
Бензол	5	1,5	0,1	2	К
Гексан	300	60	-	4	-
1	2	3	4	5	6
Дихлорэтан	10	3	1	2	-
Кремния диоксид	1	0,15	0,06	3	Ф
Ксилол	50	0,2	0,2	3	Ф
Метанол	5	1	0,5	3	-
Полипропилен	10	3	3	3	-
Пропиловый спирт	10	0,3	0,25	3	-
Сероводород	10	0,008	0,008	2	-
Толуол	50	0,6	0,6	3	-
Углерода оксид	20	5	3	4	Ф
Цементная пыль	6	-	-	4	Ф
Этилендиамин	2	0,001	0,001	3	-
Этанол	1000	5	5	4	-

ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ

Методические указания
квыполнению учебно-исследовательских лабораторных работ по курсу
«Безопасность жизнедеятельности»
Составила: Борисова Наталья Валерьевна

Рецензент Олег Михайлович Сладков

Редактор

Редактор
Подписано в печать
Усл.-печ.л. 0,93 (1,0). Уч. изд.л. 0,8

Тираж 100 экз.