Библиотека СОК

Министерство общего и профессионального образования
Российской Федерации

Саратовский государственный технический университет

А.К. Родин

ВЕНТИЛЯЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Учебное пособие
по курсу "Вентиляция"
для студентов специальности 290700

Саратов 1997

УДК 697.9(075.8)
ВЕНТИЛЯЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ. Учебное пособие / Родин А.К. Сарат.гос.технич.унив-т.Саратов, 1997, с.
ISBN № 5-7433-0356-8

В пособии рассмотрены вопросы технологии различных производств, встречающихся при производстве и ремонте сельскохозяйственной техники, машин и оборудования в АПК. Освещены вопросы определения расчетных параметров внутреннего воздуха для различных производственных условий. Изложены вопросы теплового режима помещений, составления и решения уравнения теплового баланса, определения количества вредных выделений при различных технологических процессах.

Особое внимание уделено расчету и конструктивным решениям местной вытяжной вентиляции, локализации вредных выделений при различных технологических процессах.

Для студентов специальности 290700.

Табл.51, рис.II, библ.34 назв.

РЕЦЕНЗЕНТЫ

кафедра теплотехники Саратовского государственного агроинженерного университета;
акад. РЭА доктор техн. наук проф. А.И.Попов

Одобрено
редакционно-издательским советом
Саратовского государственного
технического университета

ISBN № 5-7433-0356-8

© Саратовский государственный технический университет, 1997

ВВЕДЕНИЕ

Вентиляция промышленных зданий связана с решением большего круга задач, чем вентиляция гражданских зданий, так как решает более широкий круг вопросов, связанных со спецификой технологических процессов и соответствующим технологическим оборудованием, обеспечивающим их.

В связи с отсутствием в достаточном количестве учебной, методической и нормативной литературы в учебном пособии подробно рассмотрены процессы гальванических и травильных производств, работы кузнечного и термического оборудования, механосборочные операции, с целью определения характера и количества вредных выделений.

Детально рассмотрены вопросы определения расчетных параметров внутреннего воздуха для различных производственных условий, организации отопления и вентиляции в помещениях гальванических и травильных, кузнечных и термических, а также механосборочных производств. Изложены вопросы составления вентиляционного баланса. Совместное решение уравнений теплового и воздушного балансов позволяет определить необходимые расходные и температурные параметры вентиляционных систем общеобменной и местной вентиляции.

Учебное пособие помогает углубленно изучить вопросы технологии различных производств, встречающихся при ремонте и производстве сельскохозяйственной техники, машин и оборудования в АПК, и на этой основе, с учетом выделяющихся вредных веществ и требований, соответствующих СНиП, создать в помещениях параметры микроклимата, отвечающие санитарным нормам с помощью отопительных и вентиляционных систем; ознакомиться с основными положениями и спецификой промышленной вентиляции некоторых производств АПК и на их основе выполнить курсовое и дипломное проектирование вентиляции производственных помещений в соответствии с заданием.

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Учебное пособие составлено в соответствии со СНИП 2.04.05-86 [19], СН 245-71, [20], руководством по проектированию отопления и вентиляции предприятий машиностроительной промышленности [32]. При выполнении проекта следует использовать ГОСТ 12.1.005-76 [17], а так же методические указания [33] и рекомендованную в них литературу.

Учебное пособие предназначено для ознакомления студентов с особенностями проектирования специальных вопросов отопления и вентиляции гальванических, травильных и термических цехов и производств. В нем приведены рекомендации по проектированию отопления и вентиляции цехов гальванического, травильного и термического производства, должно оказать помощь студентам в части выбора исходных данных и норм проектирования, определения состава проекта и правильной последовательности работы над ним.

Курсовой проект разрабатывается с целью закрепления и дальнейшего развития и углубления теоретических знаний, полученных по специальности, а также совершенствования практических навыков расчёта и конструирования отопительно-вентиляционных систем.

Работа над проектом включает следующие этапы :

1. Выбор расчётных параметров наружного воздуха для холодного, переходного и тёплого периодов года.
2. Выбор расчетных параметров внутреннего воздуха для холодного и теплого периодов года.
3. Определение потерь теплоты :
   а) через внешние ограждения здания,
   б) на нагрев воздуха, поступающего вследствие инфильтрации,
   в) на нагрев воздуха, поступающего через периодически или постоянно открытые проемы в наружных ограждениях,
   г) на нагрев вводимых в помещение материалов, заготовок и доставляющих их средств транспорта (в некоторых случаях).
4. Определение тепловыделений :
   а) от людей,
   б) вследствие солнечной радиации через остекление и

внешние ограждения,
в)от источников освещения,
г)от механического и электрического оборудования,
д)от нагретых поверхностей оборудования, ванн, печей, местных отсосов,
е)от остывающего металла или материалов (принимается в зависимости от технологических процессов),
ж)от нагретых коммуникаций.

5. Составление теплового баланса по помещениям для холодного, переходного и теплого периодов года.
6. Определение вредных веществ, выделяющихся от технологического оборудования.
7. Определение объемов отсасываемого воздуха местной вентиляцией от технологического оборудования :
а)от гальванических ванн бортовыми отсосами,
б)от столов для обезжиривания или травления мелких деталей вытяжными шкафами,
в)от столов для обезжиривания крупных деталей панелями равномерного всасывания,
г)от закрытого оборудования,
д)от полировальных и шлифовальных станков кожухами-воздухоприемниками,
е)от термического оборудования зонтами и зонтами-козырьками.
8. Определение объемов общеобменной приточной и вытяжной вентиляции для зимнего, переходного и холодного периодов года.
9. Составление вентиляционного баланса.
10. Принятие конструктивных решений и компоновка систем отопления и вентиляции :
а)общих компоновочных решений,
б)системы центрального отопления,
в)местной вытяжной вентиляции,
г)общеобменной механической приточной вентиляции (иногда совмещенной с отоплением),
д)общеобменной механической вытяжной вентиляции,
е)аэрации для термических цехов (при соответствующих теплоизбытках и конструктивном решении здания).
11. Расчёт систем отопления.

I2.Расчёты элементов систем вентиляции и подбор оборудования :

а)местной механической вытяжной вентиляции (бортовые отсосы, вытяжные шкафы, аспирационные устройства, зонты и зонты-козырьки),

б)систем общеобменной приточной механической вентиляции,

в)систем общеобменной механической вытяжной вентиляции,

г)аэрации (для термических цехов).

I3.Расчёт и конструирование воздушной завесы.

I4.Разработка графической части проекта :

а)планов и разрезов здания или отдельных цехов с системами отопления и вентиляции со спецификацией оборудования,

б)конструктивных чертежей приточных и вытяжных систем,

в)аксонометрических схем отопления и вентиляции,

г)узлов и деталей приточных или вытяжных систем.

Курсовой проект состоит из графической части объёмом I-2 листа формата 594x84I мм и расчётно-пояснительной записки на 30-50 с. формата А4 (297x2I0).

Объём дипломного проекта, требования и объём технологической части по отоплению и вентиляции как по оформлению пояснительной записки, так и по выполнению графической части изложены подробно в [I,2] .

При проектировании производственных объектов необходимо ознакомиться с технологическими процессами, что должно включать: параметры технологического оборудования (температурные параметры и режимы, характеристика теплозащитных свойств, установочная мощность электродвигателей, режимы их работы и т.п.), характеристику энергетического оборудования (потребляемая электрическая мощность или расход сжигаемого топлива и его характеристики, расход пара и горячей воды с их параметрами - давлением и температурой, месторасположение источников вредных выделений, интенсивность выделения вредных веществ, водяных паров, расходы воздуха на технологические нужды через местные отсосы стандартного технологического оборудования, число работающих в каждом отделении или цехе и категорию тяжести работы, мощность общего и местного освещения и его вид, режим работы оборудования, число смен, тип, число и характеристику транспортных средств, коли

чество и частоту времени их работы на наружном воздухе, режим открывания наружных дверей и ворот.

Следует представлять все виды вредных выделений на проектируемом объекте, характер их воздействия на человека, нормируемые величины допустимой концентрации. Технологическое тепловыделяющее оборудование и технологические высокотемпературные выбросы (продукты сгорания, нагретый воздух, конденсат, теплая вода и т.д.) должны быть выявлены и количественно определены с целью решения возможности их использования в качестве ВЭР для систем отопления и вентиляции.

2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА

До начала проектирования необходимо составить полное представление о планировке, объёмном архитектурно-строительном решении здания и назначении отдельных помещений. На чертежах здания на основании экспликации оборудования необходимо наметить карандашом оборудование, выделяющее вредные вещества и требующее устройства местных отсосов. Установив режим работы оборудования и выделяющиеся им вредные вещества, на основании литературных данных (в том числе нормативных), уточняют требования, предъявляемые к отоплению и вентиляции этих цехов: характер выделяющихся вредных веществ, рекомендуемые виды местных отсосов, схемы организации общеобменной вентиляции (места подачи и удаления воздуха), рекомендуемые способы распределения приточного воздуха, возможность применения естественного воздухообмена (аэрации), рекомендуемые системы отопления.

На планах выданных в задании чертежей, предварительно наносят одной линией карандашом трассы воздуховодов, места расположения приточных и вытяжных установок. Предварительно принятые решения обязательно согласовывают с руководителем проекта и после этого приступают к расчетам.

Параллельно с выполнением расчетов оформляют расчетно-пояснительную записку.

Аэродинамический расчет воздуховодов и гидравлический расчёт трубопроводов систем отопления и систем пароснабжения калориферов необходимо выполнять после вычерчивания их и вентиляторных установок на планах, разрезах и схемах с соблюдением масштаба. Для чего предварительно определяют площади сечения воздуховодов по расчет-

ным расходам и рекомендуемым скоростям [20 табл.I2.I5] .По найденным площадям сечении находят нормируемые диаметры круглых [20, табл.I2.I;I2.5] и размеры прямоугольных воздуховодов [20,табл.I2.2; I2.3;12.6].

Перед вычерчиванием вентиляционных установок должны быть подобраны вентиляторы, рассчитаны калориферы, фильтры, пылеуловители и другое вентиляционное оборудование.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВРЕДНОСТЕЙ

3.I. Гальванические и травильные цехи

Гальваническое и травильное производства объединяются комплексом отделений или цехов с различными технологическими процессами. Так, помимо основных помещений, в которых производятся травление и гальванопокрытие, должны быть помещения для хранения химикатов, приготовления растворов и развески цианистых солей, машинное отделение, отделение полировки.

В отделении гальванопокрытий производят электрохимическую или химическую обработку металлов в растворах.Применяются электрохимический способ нанесения покрытии хромом, медью, никелем, цинком, кадмием, а также химические способы покрытия поверхностей - воронение, оксидирование, дисфатирование.

Перед нанесением антикоррозионных покрытий производят травление и обезжиривание (электрохимическое или химическое) деталей растворами соляной, серной или азотной кислоты.

Эти процессы сопровождаются выделением в воздух помещений различных токсичных вредных веществ.В табл.3.I. приведены характеристики процессов, а в табл.3.2. - значения удельного количества вредных веществ, выделяющихся от гальванических ванн -Z_y, предельно допустимые концентрации (ПДК) веществ и коэффициент учета их токсичности $K_т$.

Метеорологические условия в гальванических цехах принимаются как для помещений с незначительным выделением явного тепла и категорий работ средней тяжести только в машинных отделениях где установлено оборудование для получения постоянного тока, выделения явного тепла значительные.

Цикл операции в гальваническом цехе можно разделить на следующие:

а)механическая обработка поверхности деталей (очистка,шлифовка, полирование, крацевание, снятие заусенцев, обработка сварных швов),

б)обезжиривание (химическое и электрохимическое) или электрохи-

мическое травление, нанесение защитной изоляции перед глубоким травлением (химическим фрезерованием), декапированием,

в)нанесение металлических покрытий электролитическим или химическим способом (цинкование, кадмирование, хромирование, никелирование, меднение, металлизация, катодно-вакуумное напыление),

г)анодное оксидирование алюминия, магния, их сплавов и других металлов, фосфатирование и химическое оксидирование(воронение), твердое анодирование алюминиевых сплавов,

д)обработка поверхности детали после нанесения металлических покрытий (механическое или электрохимическое) полирование, пассивирование, промасливание, а также обработка эмульсией и другими пассивирующими и гидрофобными растворами).

Основное оборудование гальванических цехов - гальванические, промывочные и вспомогательные ванны, которые устанавливают обособленно или агрегируют (с автоматическим или полуавтоматическим обслуживанием).К подсобному оборудованию гальванических цехов относятся барабаны для галтовки, сушила, дробе- и пескоструйные аппараты станки для крацовки, обдирки и полировки, выпрямители тока или машины постоянного тока (умформеры).

Процессы, протекающие в гальванических ваннах в зависимости от химического состава раствора делятся на кислые, щелочные и цианистые.К кислым процессам относятся: травление, декапирование, цинкование, никелирование, меднение, воронение.Цианистые процессы осуществляют цианистое цинкование, цианистое кадмирование, серебрение, при которых выделяется водород.Помимо этого, в воздухе гальванических цехов может находиться пыль, пары кислот, щелочей, электролитов и воды.

К этим выделениям, изменяющим физическое состояние или химический состав воздуха в кузнечных или термических цехах, относятся:

а)конвективное и лучистое тепло от нагретых поверхностей печей, ванн и обрабатываемого металла,

б)лучистое тепло от загрузочных отверстий и открытых поверхностей печей и соляных ванн,

в)водяные пары и пары масла от водяных и масляных закалочных ванн,

г)газы (продукты горения), содержащие окись углерода CO и сернистый газ SO_2, дым, а также различные газообразные соединения - аммиак NH_3, окислы азота N_2O_3, N_2O_5, углеводороды - продукты разложения масла,

д)пыль окалины стали при ковке, пыль селитры и различных солей, загружаемых в ванны, угольная и известковая пыль, входящая в состав карбюризатора.

Токсичность вредных выделений определяется высотой спектра вредных выделений h и принимается равной:

для очень токсичных вредных выделений (травление в азотной и плавиковой кислотах, свинцевание и осветление в холодных растворах, хромирование при температуре раствора t_p =45-60°С оксидирование черных металлов при t_p =130-155°С, снятие металлических покрытий в азотной кислоте при t_p =30°С) -40мм;

для вредных выделений (холодные процессы декапирования меди в цианистом калии и стали в хромпике, цианистое травление цветных металлов, цианистое меднение стали, серебрение и золочение цветных металлов, полирование и снятие металлических покрытий соляной и серной кислотами, цианистое кадмирование, травление стали серной и соляной кислотами при t_p =30-60°С лужение при t_p =60-70°С, цианистое лагунирование при t_p =30-40°С железнение при t_p =100°С) -80мм;

для всех остальных технологических процессов гальванических и травильных цехов - I60 мм.

Детально, в зависимости от технологических процессов обработки, значения h и удельное количество выделившихся вредных веществ приведены в таблицах 3.I и 3.2.

Отопление основных помещений гальванических цехов предусматривают воздушное, совмещенное с приточной вентиляцией;отопление мелких помещений (склады, кладовые и т.п.) - местное с помощью нагревательных приборов.Дежурное отопление работает за счет переключения приточных систем на рециркуляцию.

В отделении очистки выделяется песчаная, металлическая и водяная пыль.Вытяжная вентиляция в отделениях при камерах закрытого типа производится только через местные отсосы; в отделениях с камерами открытого типа осуществляется общеобменная вентиляция.

Таблица 3.I

Характеристики процессов травления и гальванопокрытий

Назначение ванны	Группа ванны	Обрабатываемые материалы	Температура раствора, °С	Состав раствора	Выделяющиеся вредности	h, мм	v, м/с
I	2	3	4	5	6	7	8
Травление (удаление с поверхности металла окалины, ржавчины, налетов и др. окислов)	II	сталь	I5...65	серная кислота	туман серной кислоты	80	0,25...0,3
	III	-"-	30...40	соляная кислота	хлористый водород	80	0,3
	IУ	-"-	I5...20	азотная кислота	пары кислоты, окислы азота	40	0,3...0,4
		-"-	-"-	медный купорос, серная кислота	кислые пары	80	0,2
		медь	I5...20	плавиковая кислота	фтористый водород	40	0,4
		алюминий	I5...20	едкий натр	туман щелочи	80	0,25
		кадмий	I5...20	цианистый калий	цианистый водород	80	0,3...0,4
Декапирование (процесс окончательного снятия окислов в слабых травящих растворах)	I	сталь	I5...20	соляная кислота	хлористый водород	80	0,2
		-"-	I5...20	слабая серная кислота	туман серной кислоты	80	0,I5
		-"-	I5...20	хромпик	то же	80	0,3
		медь и сплавы	I5...20	цианистый калий	цианистый водород	80	0,3...0,4

Продолжение таблицы 3.I

1	2	3	4	5	6	7	8
Электротравление	I	сталь	I5...20	серная кислота	туман серной кислоты	80	0,25
Матирование (удаление с поверхности металла глянца и придание матового оттенка)	II III	медь	I5...20	азотная и серная кислоты	пары кислоты и окислы азота	40	0,3...0,4
Промывка после травления в азотной кислоте	У	сталь	I8...20	вода, слабая кислота	окислы азота	40	0,25
Обезжиривание	III	сталь	60...80	фтористый натр	пары воды и щелочи	I60	0,3
		-"-	I5	бензин	пары бензина	40	0,2
		-"-	I5	хлорированные углеводороды	пары углеводородов	40	0,25...0,3
Электрообезжиривание	III	сталь	60...80	фосфорнокислый натр	туман щелочи	I60	0,3
Кислое цинкование, никелирование, меднение, кадмирование, лужение	III	сталь, медь	25...40	сернокислые соли металлов	туман солей	не вентилируется	
Цинкование (гильваническое покрытие металла цинком)	III	черные металлы	I8...20	цианистый натр	цианистый водород	I60	0,3...0,4
Меднение (то же медью)	IУ	сталь	I8...25	цианистый калий	цианистый водород	80	0,3...0,4
Лужение (то же оловом)	III	медь	60...70	едкий натр	пары щелочи	80	0,2
Кадмирование (то же кадмием)	III	черные металлы	I5...20	электролит	цианистый водород	80	0,2...0,4

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Свинцевание (то же свинцом)	IУ	то же	I5...20	углекислый свинец, плавиковая кислота	фтористый водород	40	0,4
Латунирование (то же латунью)	IУ	-"-	30...40	свободный цианид	цианистый водород	60	0,3...0,4
Хромирование (то же хромом)	I	черные и цветные металлы	45...60	хромовый ангидрид, серная кислота	хромовый ангидрид	40	0,4...0,5
Серебрение (то же серебром)	III	цветные металлы	I5...20	цианистый калий	цианистый водород	80	0,3...0,4
Золочение (то же золотом)	III	то же	I5...20	цианистый калий	то же	60	0,3...0,4
Оксидирование (нанесение антикоррозионного покрытия)	III	черные металлы	I30...I55	едкий натр, азотная кислота	туман едкой щелочи	40	0,35
		латунь	I8...25	аммиак	аммиак	I60	0,2
		алюминий	I00	едкий натр	туман щелочи	60	0,25...0,3
		магний	80	хромпик, азотная кислота	окислы азота	40	0,3
		алюминий	I8...25	серная кислота	туман серной кислоты	80	0,25
Фосфатирование (то же фосфатом)	IУ	черные металлы	95...I00	мажер	фосфорная кислота	I60	0,25
Железнение	У	сталь	I00	серная кислота	туман серной кислоты	80	0,25...0,3

Продолжение таблицы 3.I

I	2	3	4	5	6	7	8
Осветление	IУ	цветные металлы	I5...20	хромовый ангидрид, азотная кислота	окислы азота	40	0,3
Снятие металлических покрытий	I	сталь, черные и цветные металлы	I5...20	соляная и серная кислоты, хромовый ангидрид	хромовый ангидрид	80	0,3...0,4
		сталь	30	азотная кислота	окислы азота	40	0,4
Промывка в горячей воде	У	обрабатываемые материалы	70...80	--	пары воды	I60	0,2
Полировка	IУ	медь	--	фосфорная кислота, серная и плавиковая кислоты	фосфорная кислота, фтористый водород	I60	0,3
		алюминий	70			40	0,4
		сталь	--	серная кислота	туман серной кислоты	80	0,3...0,4
Пассивирование	I	цветные металлы	--	хромпик	хромовый ангидрид	80	0,3...0,4
Хроматирование			80	бихромат натрия	окислы азота	40	0,4
Анодирование	IУ	сталь, черные и цветные металлы	I5...25	серная кислота	пары серной кислоты	80	0,3
Анодирование в хромпике		сталь, черные и цветные металлы		хромовый ангидрид	хромовый ангидрид	80	0,4

Продолжение таблицы 3.I

1	2	3	4	5	6	7	8
Амальгамирование	I	медь и сплавы	25	цианистый калий	цианистый водород	80	0,3
Воронение	IУ	сталь	I50	фосфорные соли	фосфорная кислота	I60	0,3
Химическое никелирование	III	черные металлы	60...80	хлористый никель	аммиак	I60	0,2
Обработка после цианистых покрытий	IУ	то же	--	хлорное железо	цианистые соединения	80	0,3
Окрашивание	III	--	--	анилиновые и др. красители	пары растворителей, аммиака	80	0,2

Примечание.

x) Группы ванн различаются по химическому составу раствора и характеру производимого в них процесса.

xx) Высота спектра вредных выделений (или спектр всасывания) представляет собой превышение траектории частицы потока вредностей над осью щели всасывания.

Таблица 3.2

Удельное количество вредных веществ, выделяющихся от гальванических ванн Z_y и коэффициент $K_т$.

Технологические процессы гальванопокрытий	Определяющее вредное вещество	Z_y, мг/с·м^2	$K_т$
I	2	3	4
I. Электрохимическая обработка металлов в растворах, содержащих хромовую кислоту концентрацией I50-300 г/л, при силе тока I000 А (хромирование, анодное декапирование, снятие меди и др.)	хромовый ангидрид	I0	2
2. То же, в растворах, содержащих хромовую кислоту концентрацией 30-60 г/л (электрополировка алюминия, электрополировка стали и др.)	хромовый ангидрид	2	I,6
3. То же, в растворах, содержащих хромовую кислоту концентрацией 30-I00 г/л, при силе тока 500 А, а также химическое оксидирование алюминия и магния (анодирование алюминия, анодирование магниевых сплавов и др.)	хромовый ангидрид	I	I,25
4. Химическая обработка стали в растворах хромовой кислоты и ее солей при 50°С (пассивация, травление, снятие оксидной пленки, наполнение в хромнике и др.)	-"-	$5{,}5 \cdot I0^{-3}$	I
5. Химическая обработка металлов в растворах хромовой кислоты и ее солей при 50°С (осветление, пассивация и др.)	-"-	0 xxx)	xxxx)
6. Химическая обработка металлов в растворах щелочи (оксидирование стали, химическая полировка алюминия, рыхление окалины на титане, травление алюминия, магния и их сплавов), при I00°С.	щелочь	55	I,25 - -I,6

Продолжение таблицы 3.2

I	2	3	4
7. Электрохимическая обработка в растворах щелочи (анодное снятие шлама, обезжиривание, лужение, снятие олова, оксидирование меди снятие хрома)	то же	II	I,6
8. Химическая обработка металлов, кроме алюминия и магния, в растворах щелочи (химическое обезжиривание, нейтрализация и др.) при 50°С	щелочь	0[xxx]	I[xxxx]
9. Кадмирование, серебрение, золочение и электродекапирование в цианистых растворах	цианистый водород	5,5	2
I0. Цинкование, меднение, латунирование, химическое декапирование и амальгамирование в цианистых растворах	цианистый водород	I,5	I,6
II. Химическая и электрохимическая обработка металлов в растворах, содержащих фтористоводородистую кислоту и ее соли	фтористый водород	20	I,6
I2. Химическая обработка металлов в концентрированных холодных и разбавленных нагретых растворах, содержащих соляную кислоту (травление, снятие шлама и др.)	хлористый водород	80	I,25
I3. Химическая обработка металлов, кроме снятия цинкового и кадмиевого покрытия, в холодных растворах, содержащих соляную кислоту концентрацией до 200 г/л (травление, декапирование и др.)	то же	$3 \cdot 10^{-1}$	xxxx)
I4. Электрохимическая обработка металлов в растворах, содержащих серную кислоту концентрацией I50-350 г/л, а также химическая обработка в концентрированных холодных и нагретых разбавленных растворах (анодирование, электрополирование, травление, снятие никеля, серебра, гидридная обработка титана и др.)	серная кислота	7	I,6
I5. Меднение, лужение, цинкование и кадмирование в сернокислых растворах при 50°С, а также химическое декапирование	то же	0[xxx]	xxxx)

Продолжение таблицы 3.2

I	2	3	4
I6. Химическая обработка металлов в концентрированных нагретых и электрохимическая обработка в концентрированных холодных растворах, содержащих ортофосфорную кислоту (химическая полировка алюминия, электрополировка стали, меди и др.)	фосфорная кислота	5	I,6
I7. Химическая обработка металлов в концентрированных холодных и разбавленных нагретых растворах, содержащих ортофосфорную кислоту (фосфатирование и др.)	то же	$6 \cdot I0^{-I}$	I,25
I8. Химическая обработка металлов в разбавленных растворах, содержащих азотную кислоту (осветление алюминия, химическое снятие никеля, травление, декапирование меди, пассивация и др.), при концентрации раствора I00 г/л	азотная кислота и окислы азота	3	I,25
I9. Никелирование в хлоридных растворах при плотности тока I-3 А/дм^2	растворимые соли никеля	$I,5 \cdot I0^{-I}$	2
20. Никелирование в сульфатных растворах при плотности тока I-3 А/дм^2	то же	$3 \cdot I0^{-2}$	I,6
2I. Меднение в этилендиаминовом электролите	этилендиамин	0 x)xx)	I,0
22. Кадмирование и лужение в кислых электролитах с добавкой фенола	фенол	0 x)xx)	I,0
23. Крашение в анилиновом красителе	анилин	0 x)xx)	I,0
24. Промывка в горячей воде при 50^{0}С	пары воды		0,5
25. Безвредные технологические процессы при наличии неприятных запахов, например, аммиака, клея и др.			0,5

Примечание.

x) Номер позиции по данной таблице должен быть приведен в технологическом задании на вентиляцию.

xx) Значения Z_y приведены при номинальной загрузке ванны для расчета максимальных разовых концентраций. Для определения среднесуточных значений Z_y (в виде аэрозоля)

следует учитывать коэффициент загрузки оборудования. При определении необходимости очистки вентиляционных выбросов и выборе очистных устройств следует учитывать выпадение аэрозоля на внутренних стенках отсосов и воздуховодов. Количество осевших вредных веществ определяется по графику, рис. I2.I

xxx) Количество выделяющихся вредных веществ незначительно и при расчете вентиляционных выбросов может не учитываться.

xxxx) Местный отсос не требуется. Только при наличии воздушного перемешивания раствора местный отсос необходим ($K_т$=0,5)

3.2 Кузнечные цехи

Они могут располагаться как в отдельно стоящих зданиях, так и занимать помещения смежные с другими по технологическому назначению.

Крупные кузнечно-прессовые цехи, занимающие отдельные корпуса, оборудованные большим количеством печей, ковочных молотов, ковочных машин и прессов.

Небольшие кузнечные цехи для изготовления мелких поковок, расположены обычно в отдельных помещениях крупных заводских корпусов или иногда в самостоятельных корпусах. Оборудование состоит из нагревательных печей, ковочных молотов или машин, а также прессов небольшой мощности.

В кузнечных цехах всегда бывают избыточные тепловыделения в теплый и переходный периоды года, в холодный период года в некоторых цехах могут быть недостатки тепла.

Производственные процессы в кузнечных цехах охватывают в основном следующие технологические операций:

а) резку и рубку холодных заготовок на прессах и ножницах, а также правку заготовок на прессах,

б) нагрев металла под ковку в печах или горнах до температуры II50-I250°С,

в) ковку металла на молотах, ковочных машинах и в редких случаях вручную,

г) травление кованых деталей для снятия окалины.

3.3 Термические цехи

Крупные термические цехи, расположенные в самостоятельных корпусах, предназначены для термической обработки основной производственной продукции, оборудование разнообразно.

Термические отделения, входящие в состав инструментальных или ремонтно-механических цехов, располагаются в отдельных помещениях корпуса. Разнообразное оборудование характеризуется небольшими размерами.

В термических цехах в теплый и переходный периоды года всегда имеются избытки тепла, в холодный период могут быть или избытки, или недостатки тепла.

Производственные процессы в термических цехах отличаются значительным разнообразием операций в зависимости от требований, предъявляемых к обработке деталей.

К числу основных операций относятся:

а) отжиг и нормализация изделий из углеродной стали с нагревом до 800-900°С и изделий из легированной (быстрорежущей) стали до 1100-1200°С для придания металлу однородной структуры и равномерной твердости. Нагрев ведется в камерных или муфельных печах или же в ваннах электродно-соляных с расплавленным хлористым натрием или хлористым барием. Иногда нагрев осуществляется токами высокой частоты,

б) цементация - процесс обогащения поверхностного слоя металла углеродом с образованием карбида (науглероживание), протекает при температуре 900-950°С в муфельных или камерных печах в среде, содержащей порошкообразный уголь (твердый карбюризатор) или богатые углеродом газы (газовая цементация). К последним относятся нефтяной газ, природные газы (метан, пропан, бутан), продукты гидрализа нефти, керосина, масел, мазута,

в) закалка - придание стальным изделиям твердости нагревом до температуры 750-850°С с последующим быстрым охлаждением. Нагрев ведется в камерных или шахтных печах, закалка - в масляных или водяных ваннах (баках). Иногда применяется воздушная закалка путем обдува нагретых изделий струей сжатого воздуха,

г) отпуск - снятие внутренних напряжений в металле, образующихся в процессе закалки. Низкий отпуск ведется при температуре от 200 до 350°С в масляных или свинцовых ваннах, высокий отпуск - при температуре 450-700°С в селитровых или соляных ваннах, оборудованных электронагревом.

д)цианирование - одновременное обогащение поверхностного слоя металла углеродом (для придания твердости) и азотом (для придания устойчивости против истирания).Процесс проводится в ваннах или тигельных печах с электронагревом, заполненных расплавленными солями цианистых соединений,

е)азотирование - придание поверхности металла износоустойчивости за счет обогащения азотом.Процесс ведется в камерных печах при температуре 500-600^{0}С в среде аммиака, который при диссоциации освобождает азот, поглощаемый поверхностью металла. Водород при этом сгорает.В некоторых случаях вместо аммиака в печь подается под давлением газообразный азот из баллонов.

В указанном выше оборудовании в качестве топлива могут использоваться: мазут, природный, сжиженный или генераторный газ, уголь или электронагрев (электродно-дуговой, электронагреватели сопротивления или токи высокой частоты - ТВЧ).

3.4. Механосборочные цехи

В механосборочных цехах установлено станочное оборудование. Технологический процесс в этих цехах сопровождается незначительным выделением тепла и влаги.При работе станков с применением для охлаждения резцов минеральных масел и эмульсий источником загрязнения являются пары этих жидкостей.Заточные и шлифовальные станки являются источниками выделения пыли.В заточных, полировальных и шлифовальных отделениях механосборочных цехов обязательно устанавливают отсасывающие установки для удаления пыли от работающих станков, если они не имеют встроенных пылеулавливающих и пылеочистных устройств.В зависимости от технологического процесса и конструкции станков последние оборудуются пылеприемниками в виде кожухов или воронок.

В состав механосборочного цеха может входить и сварочное отделение, оборудованное сварочными постами.Электрическая контактная сварка сопровождается выделением тепла.При дуговой сварке образуется электрическая дуга между свариваемой деталью и электродом.Основными вредностями являются пыль и газы (окислы азота, окись углерода и фтористый водород).При сварке электродами с меловой обмазкой пыль в основном состоит из окиси железа и при применении качественных электродов - из окиси железа, марганца и никеля.Сварочная пыль тепловой струей, возникающей от сварочной дуги и нагретого металла, поднимается вверх [27].

4. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

4.1. Расчетные параметры наружного воздуха

Климатические данные заданного района строительства в соответствии с рекомендуемыми нормами обеспеченности определяют по СНиП 2.01.01-82 [18].

При расчете вентиляции принимаются параметры трех расчетных периодов года: теплого, переходного и холодного.

Для систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного душирования, а также воздушных и воздушно-тепловых завес принимаются расчетные параметры наружного воздуха А и Б.Соответствующие им значения температуры и энтальпии наружного воздуха для теплого и холодного периодов года приведены в приложении к СНиП 2.04.05-86.

При проектировании систем общеобменной вентиляции с естественным или искуственным побуждением движения воздуха, предназначенных для удаления избытков тепла, влаги, в том числе систем вентиляции с испарительным (адиабатным) охлаждением воздуха, следует принимать для теплого и для холодного периодов года расчетные параметры А, за исключением:

1)приточных систем помещений с выделением вредных веществ любого класса опасности или с местной вытяжной вентиляцией(в том числе с удалением воздуха от технологического оборудования),

2)систем, обслуживающих здания больничных учреждений (больницы, клиники, госпитали), диспансеры, амбулатории, родильные дома, дома ребенка, интернаты для престарелых и инвалидов, детские дома, детские сады и ясли, гостиницы и санатории высшего разряда,

3)приточных систе.. местной приточной вентиляции - душирования рабочих мест и подачи воздуха в зону дыхания работающего.

В этих трех перечисленных случаях при расчете вентиляции рекомендуется принимать в качестве расчетных для теплового периода параметры А, для холодного - параметры Б.Для расчета отопления, в том числе систем вентиляции, выполняющих функции отопления, в холодный период года следует принимать параметры Б.Рекомендации по выбору расчетных параметров для систем кондиционирования учитывают назначение помещения и приведены в [19].

Расчётные параметры наружного воздуха в переходный период года для вентиляции: температура воздуха + 10°С, энтальпия - - 23 кДж/кг.

4.2. Расчётные параметры внутреннего воздуха

Выбор расчётных параметров воздуха регламентируется СНиП. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны сформулированы в [17].

При нормировании параметров воздушной среды в помещениях различают определённый диапазон сочетаний параметров, называемый допустимыми параметрами. Диапазон допустимых параметров определяется нижним допустимым температурным уровнем, служащим для расчёта систем отопления, и верхним обеспечиваемым средствами вентиляции.

Скорость движения, относительная влажность и загрязнённость воздуха вредными примесями обычно определяются только верхним допустимым уровнем.

Однако в некоторых случаях указывается и нижний допустимый уровень подвижности воздуха - обязательная минимальная скорость движения воздуха в рабочей зоне или на рабочем месте.

Наиболее благоприятное сочетание параметров внутреннего воздуха в помещении (оптимальные условия) обычно создаётся системами кондиционирования воздуха. Однако в некоторых случаях, применяя рациональное регулирование систем вентиляции помещений, можно получить оптимальные условия.

Параметры воздуха, соответствующие оптимальным и допустимым условиям, зависят от периода года (тёплый, холодный), от тепловой напряжённости (по явному теплу) помещения и от тяжести выполняемой в помещении работы.

По тепловой напряжённости различают две категории помещений: помещения с незначительными избытками явного тепла (не превышающими или равными 23 Вт на 1 $м^3$ внутреннего объёма помещения) и помещения или участка цехов со значительными избытками явного тепла (превышающими 23 Вт/$м^3$). Последние относятся к категории "горячих цехов". В производственных помещениях высотой более 6 м, оборудованных системами вентиляции с искусственным побуждением или системами кондиционирования воздуха, удельные избытки явного тепла определяются по отношению к условному объёму помещений высотой по 6 м.

По тяжести выполняемой работы в соответствии с общими энергозатратами организма работы разграничены на следующие категории:

I - легкие с энергозатратами до 172 Вт,

П - средней тяжести,

работы П категории разделены на две подгруппы;

Па - с энергозатратами 172-232 Вт,

Пб - -- // -- 232-293 Вт,

Ш - тяжёлые с энергозатратами более 293 Вт.

Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений, воздухообмен в которых определяется по расчёту (жилые и общественные здания, а также вспомогательные здания производственных предприятий), следует принимать по табл. 4.1.

Таблица 4.1

Допустимые нормы температуры t, относительной влажности φ, и скорости воздуха v, в обслуживаемой зоне помещений

Период года	t, °С	φ, %	v, м/с
Теплый (температура наружного воздуха 10°С и выше)	Не более чем на 3°С выше расчетной температуры наружного воздуха	65	0,5
Холодный и переходный (температура наружного воздуха ниже 10°С)	18-22	65	0,3

Примечание. В помещениях общественных зданий с кратковременным пребыванием людей в уличной одежде в холодный период года следует принимать температуру воздуха 16 °С.

Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в расчётной зоне производственных зданий (при установленной норме обеспеченности) следует принимать: в теплый период года - по табл. 4.2, 4.3, для холодного и переходного периодов - по табл. 4.4 в соответствии с [17].

При воздействии на работающих лучистого тепла от приборов лучистого отопления или нагретых поверхностей оборудования при интенсивности облучения более 350 Вт/м^2 в холодный и переходный периоды года следует принимать более низкую температуру воздуха - $t_р$, °С вместо нормируемой $t_в$, определенную по формуле

$t_р = t_в - \ldots$

где К - коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха в помещении, определяется:

$v_в$, м/с ...	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	I,0
К ...	I,25	I,05	0,9	0,8	0,7	0,6

а - величина, равная 4°С.

Таблица 4.2

Допустимые нормы температуры t, относительной влажности φ и скорости движения воздуха для районов с расчетной наружной температурой 25°С и ниже

Категория работ	t, °С	φ, %	v, м/с в помещениях с избытками явного тепла, Вт/м³	
			≤ 23	≥ 23
Легкая	≤ 28	55при28°С	0,2-0,5	0,2-0,5
Средней тяжести IIа			0,2-0,5	0,3-0,7
Средней тяжести IIб			0,3-0,7	0,5-I,0
Тяжелая	≤ 26	65при26°С	0,3-0,7	0,5-I,0

Примечание. Температура воздуха на постоянных рабочих местах и вне их не должна превышать более чем на 3°С (в помещениях с избытками явного тепла до 2. Вт/м³) и не более чем на 5°С (с избытками явного тепла более 23 Вт/м³) расчетную температуру наружнего воздуха при установленной норме обеспеченности в теплый период года.

Относительная влажность и скорость движения воздуха в производственных помещениях с полностью автоматизированным технологическим оборудованием не кормируется при отсутствии специальных требований.

Таблица 4.3

Допустимые нормы параметров воздуха для районов с расчетной наружной температурой более 25°С

Категория работ	t, °С в помещениях с избытками явного тепла, Вт/м³		φ, %	v, м/с
	≤ 23	≥ 23		
Легкая	31	33	50при29-33°С	0,2-0,5
Средней тяжести:				0,5при28°С
IIа				
IIб	30	32	50при29-33°С	0,9при28°С
Тяжелая	29	31		1,3при28°С

Примечание. При указанной выше норме обеспеченности и 25°С температура воздуха в рабочей зоне помещения на постоянных рабочих местах при выполнении работ легкой и средней тяжести не должна превышать более чем на 3°С, при тяжелой работе – – на 1°С, вне рабочих мест – на 5°С.

Таблица 4.4

Допустимые нормы параметров воздуха в холодный и переходный периоды года

Категория работ	t, °С	φ, % (не более)	v, м/с (не более)	Температура воздуха вне постоянных рабочих мест, °С
Легкая	19-25	75	0,2	15-26
Средней тяжести:				
IIа	17-23	75	0,3	13-24
IIб	15-21	75	0,4	13-24
Тяжелая	13-19	75	0,5	12-19

Оптимальные нормы сочетания параметров воздуха для жилых и общественных зданий, а также вспомогательных зданий предприятий следует принимать по табл.4.5. Оптимальные нормы параметров внутреннего воздуха принимают при наличии обоснований (повышенные требования к условиям пребывания в помещениях, повышение производительности труда) или, если для их обеспечения не требуется дополнительных затрат (например, в теплый период года в районах с умеренным климатом или в холодный период в помещениях с избытком явного тепла).

Таблица 4.5

Оптимальные нормы температуры t, относительной влажности φ, и скорости движения воздуха v в обслуживаемой зоне жилых, общественных и вспомогательных зданий

Период года	t, °С	φ, %	v, м/с
Теплый	20-25	60-30	не более 0,25
Холодный и переходный	20-22	45-30	0,1-0,15

Оптимальные нормы сочетания параметров воздуха в рабочей зоне производственных помещений принимаются по табл. 4.6.

Таблица 4.6

Оптимальные нормы температуры t, относительной влажности φ и скорости движения воздуха v в расчетной зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	t, °С	φ, %	v, м/с
Теплый	I	22-25	60-40	0,2
	Па	21-23	60-40	0,3
	Пб	20-22	60-40	0,4
	III	18-21	60-40	0,5
Холодный и переходный	I	20-23	60-40	0,2
	Па	18-20	60-40	0,2
	Пб	17-19	60-40	0,3
	III	16-18	60-40	0,3

Допустимые нормы сочетания температуры и скорости движения воздуха при воздушном душировании в производственных помещениях на постоянных рабочих местах, подверженных воздействию лучистого тепла интенсивностью 350 Вт/м^2 и более, при суммарной длительности облучения 15-30 мин следует принимать в соответствии с табл. 4.7.

Таблица 4.7

Допустимые нормы сочетания температуры t и скорости движения воздуха v при воздушном душировании

Категория работ	Температура воздуха в рабочей зоне °С	v, м/с	t душирующей струи, °С, при интенсивности облучения, Вт/м² 350	700	1400	2100	2800
I легкая	28	I	28	24	2I	I6	-
		2	-	28	26	24	20
		3	-	-	28	26	24
		3,5	-	-	-	27	25
II средней тяжести	28	1	27	22	-	-	-
		2	28	24	2I	I6	-
		3	-	27	24	2I	I8
		3,5	-	28	25	22	I9
III тяжелая	26	2	25	I9	I6	-	-
		3	26	22	20	I8	I7
		3,5	-	23	22	20	I9

Примечания:

I. При длительности облучения менее I5 мин или более 30 мин температура в душирующей струе следует принимать соответственно на 2°С выше или ниже.

2. При большей температуре в рабочей зоне температуру в душирующей струе следует понижать на 0,4°С на каждый градус повышения температуры в рабочей зоне, но не ниже I6°С.

Интенсивность теплового облучения принимается как средняя за время облучения в течение Iч из максимальных уровней каждой технологической операции в периоды облучения от 350 до 2800 Вт/м². Нормируемые значения в табл. 4.7 соответствуют максимальной скорости движения воздуха и минимальной температуре на участке наиболее интенсивного облучения работающего.

В производственных помещениях в теплый период года в районах с $t_н > 25$°С при норме обеспеченности 95 и 96% для работ средней тяжести и тяжелых при температуре воздуха ниже или выше 28°С (но не более указанных). Скорость движения воздуха, указанную в табл. 4.7, следует соответственно понижать или повышать из расчета 0,2м/с на I°С, но не менее 0,3 м/с.

При температурах в помещении, менее указанных в табл. 4.2 и 4.3, допускается повышать относительную влажность воздуха из расчёта 5% на 1^0C, но не более чем до 75%.

Допустимые значения скорости движения воздуха v_x, м/с и температуры t_x, ^0C, в струе приточного воздуха при входе в рабочую или обслуживаемую зону помещения определяют по формулам

$$v_x = K \cdot v_б \; ; \qquad (4.1)$$

$$t_x = t_б + \Delta t_1 \; ; \qquad (4.2)$$

$$t_x = t_б - \Delta t_2 \; , \qquad (4.3)$$

где K – коэффициент для перехода от нормируемого значения скорости движения воздуха $v_б$ к её максимальному значению в струе (табл. 4.8); $\Delta t_1, \Delta t_2$ – допустимые отклонения температуры в струе от нормируемой температуры $t_б$, ^0C, соответственно при воздушном отоплении и ассимиляции избытков тепла.

При выборе значений Δt в формулах (4.2) и (4.3) следует руководствоваться следующими рекомендациями.

В жилых и общественных зданиях, а также во вспомогательных зданиях производственных предприятий:

$\Delta t_1 = 3^0C$, $\Delta t_2 = 1,5^0C$ – в зоне прямого действия струи,

$\Delta t_1 = 3,5^0C$, $\Delta t_2 = 2^0C$ – вне зоны прямого действия струи

В производственных помещениях:

$\Delta t_1 = 5^0C$, $\Delta t_2 = 2^0C$ – в зоне прямого действия струи,

$\Delta t_1 = 6^0C$, $\Delta t_2 = 2,5^0C$ – вне зоны прямого действия струи

Таблица 4.8

Коэффициент К для перехода от нормируемой скорости движения воздуха к её максимальным значениям

Варианты размещения рабочих мест относительно струи приточного воздуха	Значения К при работах категории	
	I	Па, Пб, Ш
1	2	3
Расчёт на поддержание в помещении допустимых метеорологических условий		
В зоне прямого воздействия струи воздуха в пределах её участка:		
начального	I	I
основного	I,4	I,8
Вне зоны прямого воздействия струи		

Продолжение таблицы 4.8

1	2	3
воздуха в пределах её участка:		
начального	I,3	I,3
основного	I,6	2
В зоне обратного потока воздуха	I,3	I,8
Расчёт на поддержание в поме эний оптимальных или требуемых по технологии условий		
В зоне прямого воздействия струи воздуха в пределах её участка:		
начального	I	I
основного	I,2	I,2
В зоне обратного потока воздуха	I,2	I,2

При кондиционировании воздуха в помещениях зданий всех типов:

$\Delta t_1 = I\ ^{o}C$, $\Delta t_2 = I\ ^{o}C$ – в зоне прямого действия струи,

$\Delta t_1 = I,5\ ^{o}C$, $\Delta t_2 = I,5\ ^{o}C$ – вне зоны прямого действия струи.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны по определению ГОСТ I2.I.005-76-это концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или другой продолжительности, но не более 4I ч в неделю, в течение всего рабочего отажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в соотоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процесое работы или в отдалённые сроки жизни настоящего или последующих поколений. Предельно допустимую концентрацию вредного вещества в воздухе рабочей зоны на постоянных рабочих местах производотвенных помещений, а также в цехах опытно-экспериментальных производств принимают по ГОСТ I2.I.005-76. ПДК некоторых вредных веществ с указанием класса их опасности и агрегатного состояния в условиях помещения приведены в табл.4.9..

Величины предельно допустимых концентраций токсических веществ в воздухе установлены на основании многочисленных исследований научно-исследовательских учреждений и статистических медицинских данных.Эти нормы непрерывно совершенствуются, обновляются и дополняются.

Таблица 4.9

Предельно допустимые концентрации вредных веществ

Вещества	ПДК, мг/м^3	Класс опасности	Агрегатное состояние
Азота окислы (в пересчёте на)	5	2	п
Аммиак	20	4	п
Ангедрид сернистый	I0	3	п
Ацетон	I0	3	п
Бензин растворитель (в пересчёте на С)	300	4	п
3,4-бензпирен	0,000I5	I	а
Диэтилбензол	I0	3	п
Изобутилен	I00	4	п
Изопрен	40	4	п
Кислота серная	I	2	а
Метилацетат	I00	4	п
Никель(соли никеля в виде гидроаэрозоля, в пересчёте на)	0,005	I	а
Озон	0,I	I	п
Толуол	50	3	п
Углерода окись	20	4	п
Хлор	I	2	п
Хлора двуокись	0,I	I	п

Примечание: п – парообразное состояние, а – аэрозольное.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны при работе на рабочих местах I ч и менее или периодически (менее 30% времени рабочей смены) следует принимать с коэффициентом к=2 по отношению к установленным ГОСТом.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия сумма отношений фактических концентраций каждого из них (C_I, C_2, ..., $C_п$) в воздухе помещений и их ПДК ($ПДК_I$, $ПДК_2$, ..., $ПДК_п$) не должна превышать единицы:

$$C_I/ПДК_I + C_2/ПДК_2 + ... + C_п/ПДК_п \quad I. \quad (4.4)$$

Расчётные параметры внутреннего микроклимата заносятся в табл.4.I0.

Таблица 4.10

Расчётные параметры внутреннего микроклимата

Расчетные периоды года	Оптимальные параметры воздуха для кондиционирования (указать названия помещений)*					Допустимые параметры воздуха для вентиляции (указать названия помещений)					Основные вредные вещества и допустимая концентрация, мг/м³	Наименование помещения
	Температура, °С	Относительная влажность, %	Теплосодержание, кДж/кг	Влагосодержание, г/кг	Скорость движения, м/с	Температура, °С	Относительная влажность, %	Теплосодержание, кДж/кг	Влагосодержание, г/кг	Скорость движения, м/с		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	IO	II	I2	I3
Теплый												
Переходный	I				I,0							
Холодный					0,2							

Примечание. Графы 2,3,6-8 и II заполняют оптимальными значениями параметров (см.табл.4.2 - 4.9), а графы 4,5,9 IO значениями, найденными по J-d диаграмме.

*Если в помещениях необходимо кондиционирование.

5. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ПОМЕЩЕНИЙ

5.I. Определение потерь тепла

Потери тепла помещением складываются из следующих теплопотерь: через наружные ограждения; от инфильтрации наружного воздуха; на нагрев наружного воздуха, врывающегося в помещение через открывающиеся двери и ворота; на нагрев вводимого снаружи материала, сырья, изделий, на нагрев транспортных средств (автомобили, авто-и электрокары, железнодорожные вагоны), въезжающие снаружи в помещение; связанных с охлаждением внутреннего воздуха у холодных поверхностей технологического оборудования, воздуховодов.

Потери тепла через наружные ограждения Q, Вт можно определить с учётом теплозащитных свойств ограждений [21], но их также определяют по укрупнённым измерителям через удельную тепловую характеристику здания - q, Вт/(м^{3}К)

$$Q = q \cdot V (t_в - t_н), \qquad (5.1)$$

где V - объём здания по внешнему обмеру, м^3,
$t_в$ - расчётная температура внутреннего воздуха, °С,
$t_н$ - расчётная температура наружного воздуха, °С.

Таблица 5.1

Удельная тепловая характеристика здания

Цехи	Объём здания V, тыс.м^3	q, Вт/(м^{3}К)
Термический	до 10	0,47-0,35
	10-30	0,35-0,29
	30-75	0,29-0,23
Кузнечный	до 10	0,47-0,35
	10-50	0,35-0,29
	50-100	0,29-0,17
Механосборочный	5-10	0,64-0,52
	10-50	0,52-0,47
	50-100	0,47-0,44
	100-200	0,44-0,41
Гальванический	до 2	0,76-0,70
	2-5	0,70-0,64
	5-10	0,64-0,52

Потери тепла на нагревание инфильтрующего воздуха $Q_и$, Вт через ограждение определяют по формуле

$$Q_и = c \cdot G_и \cdot (t_в - t_н), \qquad (5.2)$$

где С - удельная теплоёмкость воздуха, принимаемая равной 1,005 кДж/(кг.К),
$G_и$ - общий расход инфильтрующего воздуха, определяемый по

формуле [22, с. 74], кг/ч.

$$G_u = f_{no} \cdot j_o \cdot \beta_u \quad , \qquad (5.3)$$

где f_{no} – суммарная площадь поверхности наружных ограждений, $м^2$,

j_o – расход инфильтрующегося воздуха через I $м^2$ окна, $кг/(ч.м^2)$, рассчитываемый при одинарном остеклении по формуле

$$j_o = 0{,}9 \cdot \eta \, (h \cdot \Delta t)^{1/2} \quad ,$$

где η – доля остекления поверхности наружного ограждения,

h – высота цеха, м,

Δt – разность температуры внутреннего и наружного воздуха, °С. Численный коэффициент (0,9) должен быть заменён при двойном остеклении на 0,6, при уплотнённом одинарном – на 0,2 , при уплотнённом двойном – 0,14,

β_u – коэффициент, определяемый по графику [22 , с.100] в зависимости от относительного давления ветра, которое рассчитывается по формуле

$$\bar{P}_u = \frac{0{,}06 \cdot v_н^2 \cdot \rho_н}{h \cdot \Delta\rho} \quad , \qquad (5.4)$$

где $v_н$ – расчётная зимняя скорость ветра, м/с,

$\rho_н$ – плотность наружного воздуха при расчётной наружной температуре, $кг/м^3$, принимаемая в соответствии с наружной температурой по [23 ,с.27],

$\Delta\rho$ – разность плотностей наружного и внутреннего воздуха, $кг/м^3$.

Для помещений с двухсторонним остеклением $\beta_u = f(\bar{P}_u)$ можно принимать

$\bar{P}_u$	0	0,2	1,0	3,0	5,0	7,0	9,0	11,0	13,0	15,0
β_u	1,0	1,2	1,5	2,7	3,4	4,0	4,5	4,8	5,4	6,0

При одностороннем остеклении – $\beta_u = 0{,}5$.

Расчёт потерь тепла на нагревание наружного воздуха, поступающего через ворота, неснабжённые тамбурами, шлюзами или воздушными завесами, на нагревание материала, на обогревание транспорта, въезжающего в помещение, проводят по [20 ,с.40].

5.2. Определение теплопоступлений

Теплопоступления от машин с электродвигателями, оборудования и материалов, искусственного освещения, солнечной радиации через заполнение световых проёмов (тёплый и переходный периоды), людей (явное тепло) определяют по [20 , с.40-43] ; теплопоступления от кузнечной печи - по [24, с.55] ; а от различных конструкций печей - по [25, с.165] .

Теплопоступления от людей. Тепловыделения человека складываются из отдачи явного и скрытого тепла и зависят в основном от тяжести выполняемой им работы, температуры и скорости движения окружающего воздуха, а также теплозащитных свойств одежды. Отдачу человеком явного тепла $Q_{т.я.}$, Вт, можно рассчитать по формуле

$$Q_{т.я.} = \beta_{ур} \cdot \beta_{од} \left(2,5 + 10,3 \sqrt{v_в}\right)\left(35 - t_в\right), \quad (5.5)$$

где $\beta_{ур}$ - коэффициент интенсивности работы, равный: I - для лёгкой работы, I,07 - для работы средней тяжести и I,I5 - для работы тяжёлой; $\beta_{од}$ - коэффициент, учитывающий теплозащитные свойства одежды и принимаемый: I - для лёгкой одежды, 0,65 - для обычной одежды и 0,4 - для утеплённой одежды; $v_в$ - скорость воздуха в помещении, м/с; $t_в$ - температура воздуха помещения, °С.

Однако для расчётов обычно пользуются табличными данными. В табл.5.2 приведены тепловыделения от взрослого мужчины. Принято считать, что женщина выделяет 85%, а ребёнок - 75% тепловыделений мужчины.

Таблица 5.2

Количество тепла, Вт, влаги, г/ч, и двуокиси углерода, л/ч, выделяемых человеком

Параметры	Значения параметров при температуре воздуха в помещении, °С				
	I5	20	25	30	35
I	2	3	4	5	6
Состояние покоя					
Тепло:					
явное	II6	87	58	40	I6
полное	I45	II6	93	93	93
Влага	40	40	50	75	II5

Продолжение табл.5.2

I	2	3	4	5	6
Двуокись углерода	23	23	23	23	23
лёгкая работа					
Тепло:					
явное	I22	99	64	40	8
полное	I57	I5I	I45	I45	I45
Влага	55	75	II5	I50	200
Двуокись углерода	25	25	25	25	25
работа средней тяжести					
Тепло:					
явное	I33	I04	70	40	8
полное	208	203	I97	I97	I97
Влага	II0	I40	I85	230	280
Двуокись углерода	35	35	35	35	35
тяжёлая работа					
Тепло:					
явное	I62	I28	93	52	I6
полное	290	290	290	290	290
Влага	I85	240	295	355	415
Двуокись углерода	45	45	45	45	45

Пример. Требуется определить полные тепловыделения от людей в зрительном зале с числом посадочных мест 600 при температуре внутреннего воздуха 23°С.

Р е ш е н и е. По табл.5.2 путём интерполирования определяем, что в состоянии покоя I чел. при температуре 23°С выделяет I02 Вт тепла. Следовательно, тепловыделения от 600 чел. составляют 6I,2 кВт.

Тепловыделения от источников искусственного освещения. Количество тепла, поступающего в помещение от источников искусственного освещения, следует определять по фактической или проектной мощности светильников. При этом считают, что вся энергия, затрачиваемая на освещение, переходит в тепло, нагревающее воздух помещения. Установлено, что если осветительная арматура и лампы находятся вне пределов помещения (чердачные помещения бесфонарного здания, остекленные стены) или светильники снабжены местными отсосами, то доля тепла, поступающего в помещение $\eta_{осв}$, составляет 0,45 при люминесцентных лампах и 0,15 при лампах накаливания от расходуемой на освещение энергии.

Таблица 5.3

Уровень общего освещения помещения

Помещение	Освещенность рабочих поверхностей, лк
Отделения литейных цехов:	
формовки	75
плавильно-заливочное	150
выбивки	150
отрубки и очистки	75
Кузнечные, термические, прессовые, холо ноштамповочные, малярные, сборочные цехи и цехи металлопокрытий	150
Механические, сборочно-сварочные, деревообрабатывающие и модельные цехи	200
Помещения гаражей:	
мытья и уборки автомобилей	150
технического обслуживания и ремонта авт.	200
хранения автомобилеи	20
Помещения инженерных сетеи:	
вентиляционные камеры	20
помещения кондиционеров, насосов, тепловые пункты	75
Общественные здания и вспомогательные помеще..ия предприятий:	
читальные залы, проектные кабинеты, рабочие и классные комнаты, аудитории, проектные залы, конструкторские бюро, залы заседания. спортивные, актовые и зрительные залы клубов, фойе театров, крытые бассейны, фойе клубов и кинотеатров	300
зрительные залы кинотеатров	500
палаты и спальные комнаты санатория	200
обеденные залы, буфеты	150
номера гостиниц	75
Торговые залы магазинов:	75
продовольственных	200
промышленных товаров	100
хозяиственных товаров	
	400
	300
	200

Если мощность осветильников неизвестна, то тепловыделения от источников освещения $Q_{осв}$, Вт, можно определить по формуле

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}, \qquad (5.6)$$

где E -освещённость, лк, принимаемая по табл.5.3,

F - площадь пола помещения, м^2,

$q_{осв}$- удельные тепловыделения, Вт/(м^2·лк), определяемые по табл.5.4,

$\eta_{осв}$ – доля тепла, поступающего в помещение.

Таблица 5.4

Удельные тепловыделения от люминесцентных ламп.

Тип светильника	Распределение потока света, %		Средние удельные выделения тепла, Вт/(м² лк), для помещений площадью, м²					
	вверх	вниз	>200		50-200		<50	
			при высоте помещения, м					
			4,2	4,2	3,6	3,6	3,6	3,6
Прямого света	5	95	0,067	0,060	0,074	0,058	0,102	0,077
Преимущественно прямого света	25	75	0,082	0,071	0,087	0,073	0,122	0,190
Диффузного рассеянного света	50	50	0,094	0,077	0,102	0,079	0,165	0,116
Преимущественно отражённого света	75	25	0,140	0,108	0,152	0,114	0,232	0,165
Отражённого света	95	5	0,145	0,108	0,154	0,264	0,264	0,161

Примечание. При использовании ламп накаливания необходимо вводить поправочный коэффициент 2,75.

Тепловыделения от источников освещения рабочих мест учитывают независимо от периода года и времени суток, а от источников общего освещения – с учётом времени суток и архитектурно-планировочных решений.

Пример. Требуется определить тепловыделения от источников общегоосвещения люминесцентными лампами диффузного рассеянного света в торговом зале магазина промышленных товаров площадью 200 м². Высота зала 4,2 м. Светильники находятся вне помещения.

Решение. По табл. 5.3 принимаем освещённость, равную E=300лк. Удельные тепловыделения составляют (см. табл.5.4) $q_{осв}$ =0,102 Вт/(м²лк), а доля тепловой энергии, попадающей в помещение $\eta_{осв}$ =0,45. Тогда теплсвыделения в помещении, определяемые по формуле (5.5), будут равны

$Q_{осв}$ =300·200·0,102·0,45=2754 Вт.

Тепловыделения в помещения за счёт солнечной радиации. Определение количества тепла, поступающего в помещения в теплый период года за счет солнечной радиации через световые проемы и покрытия, производится по методике, изложенной в [33].

Тепловыделения от производственного оборудования и технологических процессов. Технологическое оборудование, снабженное электроприводом, обогреваемое сжиганием различного вида топлива или электроэнергией, а также преобразующее электроэнергию, выделяет в помещение тепло.

Поступление тепла от электродвигателей механического оборудования и приводимых ими в действие машин, установленных в общем помещении, $Q_{общ}$, Вт, определяют по формуле

$$Q_{общ} = N_y \cdot K_{сп} \left(1 - K_n \cdot \eta + K_т \cdot K_n \cdot \eta\right) \cdot 10^3 \qquad (5.7)$$

Если электродвигатели и приводимое ими механическое оборудование находятся в разных помещениях, то тепловыделения определяют отдельно:

для электродвигателей

$$Q_{эл.дв} = N_y \cdot K_{сп} \left(\left(1 - K_n\right) \cdot \eta\right) \cdot 10^3 \qquad (5.8)$$

для оборудования

$$Q_{об} = N_y \cdot K_{сп} \cdot K_т \cdot K_n \cdot \eta \cdot 10^3 \qquad (5.9)$$

К оборудованию, преобразующему электроэнергию, относятся трансформаторы, мотор-генераторы (умформеры) и различные выпрямители. Тепловые поступления от сварочных трансформаторов, мотор-генераторов и выпрямителей учитывают вместе с поступлением тепла от процессов сварки и резки. Тепловые поступления от мотор-генераторов в гальваническом и травильном производстве $Q_{мг}$, Вт, находят по формуле

$$Q_{мг} = N_y \cdot K_{сп} \left(1 - K_n \cdot \eta \cdot \eta_н\right) \cdot 10^3 \qquad (5.10)$$

Тепловыделения от полупроводниковых выпрямителей $Q_{пв}$, Вт, рассчитывают по формуле

$$Q_{пв} = (30 \div 50)\, I_н \qquad (5.11)$$

или

$$Q_{пв} = 80 \cdot N_y. \qquad (5.12)$$

В формулах (5.7)-(5.12) приняты следующие обозначения:

N_y - установочная (номинальная) мощность электродвигателей или выпрямителей, кВт,

$K_{сп}$ - коэффициент спроса на электроэнергию, принимаемый по заданию к проекту, а при отсутствии данных - по табл.5.5,

$K_п$ - коэффициент, учитывающий полноту загрузки электродвигателя и принимаемый по заданию к проекту или следующим данным: при загрузке электродвигателя от I до 0,5 $K_п$ =I, при загрузке электродвигателя < 0,5 $K_п$ =0,9,

η - КПД электродвигателя при полной его загрузке, принимаемый по каталожным данным или следующей зависимости:

N_y ..	< 0,50	0,5-5	5-10	10-28	28-50	50
η ...	0,75	0,84	0,85	0,88	0,90	0,92

$K_т$ - коэффициент перехода тепла в помещении, принимаемый равным: для станков ткацкого производства - I, для металлорежущих станков без охлаждения эмульсией режущего инструмента - I, с охлаждением режущего инструмента эмульсией - 0,9, для вентиляторов - 0,I, для насосов - 0;

$\eta_г$ - КПД генератора при данной загрузке, равный 0,9-0,95;

$I_н$ - номинальный ток выпрямителя.

Пример. Требуется определить тепловыделения от металлорежущего станка крупносерийного производства с охлаждением режущего инструмента. Установленная мощность электродвигателя N_y =7,2кВт, коэффициент загрузки электродвигателя равен 0,9.

Решение. Коэффициент спроса на электроэнергию $K_{сп}$ по табл.5.5 принимаем равным 0,2; коэффициент перехода тепла в помещении $K_т$ =0,9, коэффициент, учитывающий загрузку электродвигателя, $K_п$ =I и КПД самого электродвигателя η =0,85.

Определяем тепловыделения от станка по формуле (5.7):

$$Q_{общ} = 7,2 \cdot 0,2\ (I - 0,85 + 0,9 \cdot 0,85)\ 10^3 = 1312 \text{ вт.}$$

Таблица 5.5

Коэффициент спроса на электроэнергию $K_{сп}$ различных отраслей промышленности

Вид производства и промышленности	Значения $K_{сп}$
Цветная и черная металлургия:	
доменные цехи	0,6
мартеновские цехи	0,3
цехи производства огнеупорного кирпича	0,6-0,7
электрические печи сопротивления и шкафы при непрерывной загрузке	0,8
то же, при периодической загрузке	0,6
дуговые электрические печи емкостью 3-10 т.	0,7
то же, 0,5-1,5 т	0,55
Машиностроительная и металлообрабатывающая промышленность:	
металлорежущие станки мелкосерийного производства	0,14
то же, крупносерийного производства	0,2
индукционные печи, двигатели генератора	0,6
выпрямители полупроводниковые	0,5
кузнечные машины	0,4
Сварочное производство:	
трансформаторы ручной сварки	0,35
трансформаторы автоматической сварки	0,5
машины точечной сварки	0,6
машины шовной сварки	0,35
Деревообрабатывающая промышленность:	
деревообрабатывающие цехи	0,5
сушильные камеры	0,5
малярные цехи	0,55
лакокрасочные отделения	0,8
Пищевая промышленность:	
сахарные заводы	0,55
мясокомбинаты	0,5-0,55
птицекомбинаты	0,4-0,45
молочные заводы	0,44-0,46
Маслозаводы	0,55-0,58
мельницы	0,7-0,8
крупозаводы	0,55-0,7
комбикормовые заводы	0,45-0,55

Тепловыделения от нагретых поверхностей. Передача тепла через стенки укрытий местных отсосов и воздуховодов, Q_n, Вт, равна

$$Q = K \cdot F (t_c - t_в) , \qquad (5.13)$$

Если известна температура нагретой поверхности, то

$$Q_n = \alpha_o \cdot F (t_n - t_в) , \qquad (5.14)$$

где К - коэффициент теплопередачи через стенку конструкции, Вт/(м^2°С),

F - площадь нагретой поверхности, м^2,

$t_c, t_б, t_п$ - температура соответственно среды под укрытием, воздуха в помещении и нагретой поверхности, °С.

Коэффициент теплоотдачи α_0, Вт/(м^{2}К), в формуле (5.I4) для укрытий местных отсосов и воздуховодов может быть определён по формуле

$$\alpha_0 = 11{,}6\sqrt{v},$$

а для поверхности нагретой воды - по формуле

$$\alpha_0 = 5{,}7 + 4{,}1v,$$

где v - скорость движения воздуха около укрытий, м/с.

Тепловыделения I м гладкой неизолированной трубы систем отопления и теплоснабжения можно принимать по табл.5.6.

Таблица 5.6

Теплоотдача I м вертикальной трубы

Разность температур трубы и окружающего воздуха °С	Значения Q, Вт, при наружном диаметре трубы, мм									
	26,8	33,5	42,3	48	60	76	89	108	133	159
50	41,9	63,8	81,2	91,6	113,7	142,7	168,2	198,4	243,6	301,6
60	63,8	81,2	102,1	116	142,7	179,8	208,8	250,6	313,2	394,4
70	78,9	97,4	123	139,2	178,8	219,2	255,2	313,2	390,9	522
80	92,8	116	139,2	164,7	193,7	255,2	307,4	368,9	475,6	638
90	104,4	133,4	168,2	191,4	234,3	301,6	365,4	421,1	580	-
100	121,8	150,8	191,4	220,4	269,1	353,8	431,5	522	-	-
110	136,9	171,7	215,8	245,9	310,9	407,2	510,4	-	-	-
120	154,3	192,6	254	278,4	348	464	-	-	-	-
130	171,7	212,3	259,1	313,2	368,3	-	-	-	-	-
140	187,9	232	299,3	348	429	2 -	-	-	-	-
150	203	252,9	324,8	373,5	464	-	-	-	-	-

Расчёт тепла, поступающего в помещение с открытой поверхности нагретой воды, $Q_в$, Вт, определяется по формулам:

для явного тепла

$$Q_в^я = (5{,}7 + 4{,}1v)(t_{пов} - t_в) \cdot F \quad ; \qquad (5.15)$$

для полного тепла

$$Q_в^п = 0{,}278 \cdot M_{H_2O} \cdot J_п \,, \qquad (5.16)$$

где $v_в$ – скорость воздуха в помещении, м/с,

$t_{пов}, t_в$ – температура соответственно поверхности воды и воздуха в помещении, °С,

F – площадь поверхности испарения, $м^2$,

M_{H_2O} – количество испарившейся воды, кг/ч,

$J_п$ – энтальпия пара при температуре испарения, кДж/кг.

Тепловыделения от оборудования, обогреваемого электричеством или сжиганием топлива. Теплопоступления от электрических нагревательных печей и сушил $Q_{эл}$, Вт, определяют по формуле

$$Q_{эл} = N_у \cdot K_1 \cdot 10^3 \,, \qquad (5.17)$$

а для оборудования и процессов, в которых сжигается жидкое, твёрдое или газообразное топливо, – по формуле

$$Q_{об} = 0{,}278 \cdot B \cdot Q_н^р \cdot K_2 \cdot \eta \,, \qquad (5.18)$$

где K_1, K_2 – коэффициенты, учитывающие долю тепла, поступающего в помещение (табл.5.7),

B – расход топлива, кг/ч,

$Q_н^р$ – теплотворная способность топлива кДж/кг (табл.5.8),

η – коэффициент неполноты сгорания топлива, принимаемый равным 0,95–0,98.

Тепловыделения $Q_{эл}$, Вт, от оборудования, потребляющего электроэнергию, удобно рассчитывать для отдельных помещений по удельным тепловым поступлениям в зависимости от вида производства по формуле

$$Q_{эл} = N_у \cdot q_{эл} \,, \qquad (5.19)$$

где $q_{эл}$ – удельные тепловые поступления в помещение Вт/кВт, принимаемые по табл.5.7.

Таблица 5.7

Производственные тепловыделения

Вид производств, помещений, оборудования и технологичес. процессов	Удельные теплопоступления, Вт/кВт	Доля тепла, поступающего в помещение при обогреве оборудования	
		электричеством	топливом
Литейное производство:			
1) склады шихты и формовочных материалов:			
электродвигатели привода сушила песка и глины	151	0,15	--
	--	--	0,06
2) электродвигатели привода смесеприготовительного отделения	151	0,15	--
3) поверхностная сушка формовочного отделения	--	--	0,205
4) стержневое и сушильное отделение:			
тепло от сушил отдельно стоящих	--	--	0,079
то же примыкающих одной стеной	--	--	0,067
то же примыкающих двумя стенами	--	--	0,043
плавильное отделение:			
индукционная печь плавки емкостью 100 кг.	580	0,58	--
то же, 500 кг.	517	0,52	--
то же, 2000 кг.	436	0,44	--
электродуговая печь плавки емкостью 500 кг.	299	0,33	--
то же, 3000 кг.	260	0,26	--
то же, 10 000 кг.	180	0,18	--
сушка ковшей	--	--	0,048
6) плавильно-заливочное отделение:			
электродуговые печи	499	0,5	--
индукционные печи	151	0,15	--
тигельные газовые печи	--	--	0,048
7) отделение цветного машинного литья, раздаточные печи	--	--	0,046
8) отделение термической обработки литья, печи отжига	1000	1	0,084
Металлообрабатывающее производство:			
станки без охлаждения режущего инструмента	250	0,25	--
станки с охлаждением режущего инструмента	151	0,15	--
Термическое производство:			
нагревательное оборудование печных залов заводов тяжелого машиностроения	371	0,37	0,131
то же автотракторных и инструментальных заводов	574	0,57	0,098
отделение цианирования, горячие ванны	--	--	0,036

Продолжение таблицы 5.7

Вид производств, помещений, оборудования и технологичес. процессов	Удельные теплопоступления, Вт/кВт	Доля тепла, поступающего в помещение при обогреве оборудования электричеством	топливом
Помещение установок ТВЧ	81	0,08	--
Кузнечно-прессовое производство:			
молотовые пролеты (печи, молоты, прессы, изделия)	615	0,62	0,127
пролеты с прессами и ковочными машинами (печи, прессы, изделия)	615	0,62	0,108
Сварочное производство:			
точечная сварка	250	0,25	--
плазменная и электродуговая сварка, напыление, электрорезка	748	0,75	0,239
печи отжига	1000	1	0,064
электродвигатели привода	151	0,15	--
Окрасочное производство; сушила	348	0,35	0,064

Таблица 5.8

Теплотворная способность топлива

Топливо	Теплотворная способность топлива, кДж/кг	Топливо	Теплотворная способность топлива, кДж/кг
Бутан	120250*	Мазут	36970**
Пропан	91340*	Условное твердое топливо	29330**
Ацетилен	47770*		
Газ:		Каменный уголь	25140**
природный	35620*	Кокс	21780**
доменный	18850*	Древесные отходы	10220**

Расчёт тепловыделений от технологического оборудования можно вести детальным способом, например определяя теплопоступления от боковых стен, пода, свода, через загрузочное отверстие печи.

Пример такого расчёта приведён в [25, с.55-59].

Тепловыделения от остывающего материала и продукции.

Тепловые поступления от нагретого материала $Q_{нат}$, Вт, в межоперационный период равны

$$Q_{нат} = [G_{нат} \cdot c(t_1 - t_2)] / Z, \qquad (5.20)$$

где $G_{нат}$ – количество остывающего материала, кг/ч,

C – средняя по температуре теплоёмкость материала, принимаемая по табл. 5.9, кДж/(кг К),

t_1, t_2 – начальная и конечная температура материала, °С,

Z – интервал времени, в течение которого принимается снижение температуры материала, ч.

Таблица 5.9

Средняя теплоёмкость материалов и продукции

Материал и продукция	Теплоёмкость, кДж/(кг·К)	Материал и продукция	Теплоёмкость, кДж/(кг·К)
Сталь	0,723	Печенье	2,17
Чугун	0,75	Сахар	1,23
Дерево	2,6	Крахмал	1,88
Карамельная масса	2,13	Солод ячменный	2,13
Конфетная масса	2,5		

В термическом производстве в межоперационный период допускается снижение температуры металла на 5° за 0,006 ч.

Если процессы термического производства организованы без межоперационных периодов, то тепловые поступления от технологического оборудования должны быть уменьшены на величину тепловых поступлений от металла в эти периоды.

В кузнечно-прессовом производстве тепловые поступления от нагревательных печей приняты с учётом охлаждения металла в помещении, где он нагревался. Если нагретый металл после обработки на молотах и прессах поступает за пределы помещения, то необходимо определять количество тепла, отводимого за пределы помещения, и вычитать его из тепловых поступлений от технологического оборудования. Температуру поковок, поступающих за пределы помещения, принимают по данным задания. Время полного охлаждения поковки может быть принято: при массе её до 200 кг – 1 ч, до 500 кг – 2 ч и до 1000 кг – 3 ч.

Тепловые поступления при остывании 1т. расплавленного металла в литейном производстве принимают равными $1{,}26 \cdot 10^6$ кДж – для чугуна, $1{,}47 \cdot 10^5$ кДж – для стали, $0{,}8 \cdot 10^6$ кДж – для бронзы и $0{,}75 \cdot 10^6$ кДж – для латуни. Распределение этих тепловыделений по отделениям для различных металлов приведено в табл. 5.10.

Таблица 5.10

Распределение тепла по отделениям при заливке металла

Отделения	Значения тепловыделений для металла, %			
	чугун	сталь	латунь	бронза
	заливка на плацу			
Заливки	79	83	81	82
Формовочное	19	15	17	16
Обрубное	2	2	2	2
	заливка в кокиль или центробежное литьё			
Заливочное	98	98	98	98
Обрубное	2	2	2	2

Приближённый расчёт тепловыделений в горячих цехах.

При отсутствии необходимых данных а также для приближённого расчёта теплопоступления от производственного оборудования и технологических процессов могут быть приняты по результатам натурных испытаний. Так, теплоизбытки в горячих цехах $Q_{изб}$, Вт, могут быть рассчитаны по формуле

$$Q_{изб} = q_n \cdot V_n \quad , \qquad (5.21)$$

где q_n – теплонапряжённость помещения, Вт/м^3, принимаемая в зависимости от его объёма по табл.5.11,

V_n – объём помещения, м^3.

Таблица 5.11

Теплонапряжённость горячих цехов

Цех	Теплонапряжённость, Вт/м^3, при объёме цеха, тыс. м^3				
	25	50	100	250	250
Мартеновский, конверторный, электросталеплавильный	–	–	280	200	175
Прокатный	–	200	175	140	116
Стале-чугунолитейный	58	42	–	–	–
Термический	290	175	–	–	–
Кузнечно-прессовый	230	150	90	–	–

Поступление тепла от системы отопления при невозможности её отключения (например, дежурного отопления местными нагревательными приборами) равно

$$Q_{от} = Q_o\left[(t_{ср} - t_в)/(t_{ср от} - t_{в от})\right]^{1+n}, \quad (5.22)$$

где Q_o – расчётные теплопотери для системы отопления, Вт,

$t_{ср}; t_{ср от}$ – средняя температура теплоносителя в нагревательных приборах, °С, соответственно в нерабочее и рабочее время суток,

$t_в, t_{в от}$ – температура воздуха в помещении, °С, в нерабочее и рабочее время,

n – показатель степени температурного напора нагревательного прибора: n =0,15÷0,32.

Определив теплопотери и теплопоступления, составляют таблицу теплового баланса для трёх периодов года по форме, приведённой в табл.5.12.

Зная расход тепла для холодного периода, определяют расход тепла для переходного периода. Теплопоступления в помещении в переходный и тёплый периоды увеличиваются на количество тепла за счёт солнечной радиации, которую, кроме как по [20], можно определить по укрупнённым показателям [25, с.173].

Величину расхода тепла и теплопоступлений заносят в табл.5.12 и определяют избыток или недостаток тепла в помещении (для холодного, переходного и тёплого периодов).

Таблица 5.12.

Таблица балансов тепла по помещениям

Наименование помещения	Период	Расход тепла, Вт на нагрев: теплопотери ч/з ограждающие конструкции	воздуха, поступающего за счёт инфильтрации	воздуха, поступающего при открывании ворот	материала и транспорта	прочий	общий	Теплопоступления, Вт: от оборудования	от нагретого металла	от солнечной радиации	от людей	другие	недостаток тепла	избыток тепла
	Холодный													
	Переходный													
	Тёплый													

5.3. Уравнения теплового баланса помещения

Уравнение теплового баланса помещения в общем случае имеет вид:

по полному теплу

$$Q^{n}_{изб} + \sum_{1}^{n} G_{пi} \cdot J_{пi} - \sum_{1}^{m} G_{уi} \cdot J_{уi} = 0 \quad , \qquad (5.23)$$

по явному теплу

$$Q^{я}_{изб} + c_в \sum_{1}^{n} G_{пi} \cdot t_{пi} - c_в \sum_{1}^{m} G_{уi} \cdot t_{уi} = 0 \quad , \qquad (5.24)$$

где $G_{пi}$ – расход воздуха, подаваемого в помещение i-й приточной системой (при общем их числе n), кг/ч,

$G_{уi}$ – расход воздуха, удаляемого из помещения i-й вытяжной системой (при общем их числе m), кг/ч,

$J_{пi}, J_{уi}, t_{пi}, t_{уi}$ – соответственно энтальпия, кДж, и температура, °С, приточного или удаляемого воздуха,

$c_в$ – удельная теплоёмкость воздуха, кДж/(кг·К).

Здесь и далее величина избытков тепла (с индексом "п" по полному теплу, "я" – по явному теплу) может быть отрицательной.

Уравнения воздушного баланса в помещениях для частных случаев будут иметь следующий вид.

I. В помещении с общеобменной вентиляцией ("один приток – одна вытяжка"):

по полному теплу

$$Q^{n}_{изб} + G_{п} \cdot J_{п} - G_{у} \cdot J_{у} = 0 \quad ; \qquad (5.25)$$

по явному теплу

$$Q^{я}_{изб} + c_в \cdot G_{п} \cdot t_{п} - c_в \cdot G_{у} \cdot t_{у} = 0 \qquad (5.26)$$

2. В помещении с общеобменной вентиляцией, где работают местные отсосы ("один приток – две вытяжки"):

$$Q^{n}_{изб} + G_{п} \cdot J_{п} - G_{у} \cdot J_{у} - G_{мо} \cdot J_{мо} = 0 \quad ; \qquad (5.25')$$

$$Q^{я}_{изб} + c_в \cdot G_{п} \cdot t_{п} - c_в \cdot G_{у} \cdot t_{у} - c_в \cdot G_{мо} \cdot t_{мо} = 0, \qquad (5.26')$$

где $J_{мо}, t_{мо}$ – параметры воздуха на входе в местный отсос (обычно параметры воздуха обслуживаемой или рабочей зоны помещения;

$G_{мо}$ - расход воздуха, удаляемый местным отсосом, кг/ч.

3. В помещении с общеобменной вентиляцией, где имеется поступление воздуха (либо из соседних помещений, либо из систем местной приточной вентиляции) с параметрами, не совпадающими с общеобменным притоком:

$$G^{п}_{изб} + G_{п} \cdot J_{п} + G_{м.п.} \cdot J_{м.п.} - G_{у} J_{у} = 0 \quad , \qquad (5.27)$$

$$Q^{я}_{изб} + C_{в} \cdot G_{п} \cdot t_{п} + C_{в} \cdot G_{м.п.} \cdot t_{м.п.} - C_{в} \cdot G_{у} \cdot t_{у} - C_{в} G_{мо} t_{мо} = 0 \qquad (5.28)$$

4. В помещении с общеобменной вентиляцией, где имеется местная вытяжная и приточная вентиляция (или предусмотрено перетекание воздуха):

$$Q^{п}_{изб} + G_{п} \cdot J_{п} + G_{м.п.} \cdot J_{м.п.} - G_{у} \cdot J_{у} - G_{мо} \cdot J_{мо} = 0 \; ; \qquad (5.29)$$

$$Q^{я}_{изб} + C_{в} \cdot G_{п} \cdot t_{п} + C_{в} \cdot G_{м.п.} \cdot t_{м.п.} - C_{в} \cdot G_{у} \cdot t_{у} - C_{в} \cdot G_{мо} \cdot t_{мо} = 0,$$

где $G_{м.п.}, J_{м.п.}, t_{м.п.}$ – расход и параметры воздуха местной приточной вентиляции. (5.30)

Уравнения теплового баланса используют для расчёта воздухообменной вентиляции, для определения значений $G_{п}$ и $G_{у}$, кг/ч. Для этого необходимо решить систему двух уравнений: уравнения теплового баланса и уравнения воздушного баланса помещения.

Для определения расхода воздуха системой местной вентиляции и перетекающего между смежными помещениями, а также параметров его (энтальпии, температуры) имеется серия методических приёмов, рассмотренных в [25] .

6. РАСЧЁТ ПОСТУПЛЕНИЙ В ПОМЕЩЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ

6.1. Определение влагопоступления

Поступление влаги в помещение происходит в результате испарения с поверхности кожи и дыхания людей, испарения со свободной поверхности, испарения с влажных поверхностей материалов и изделий, а также сушки материалов, химических реакций, работы технологического оборудования. В помещении могут быть различные стоки влаги. В первую очередь сюда следует отнести поглощение влаги находящимся в помещении материалами и конденсацию водяных паров на холодных поверхностях, температура которых ниже темпе-

ратуры точки росы внутреннего воздуха.

Влаговыделения людей в зависимости от их состояния и температуры окружающего воздуха можно определять по табл.5.2

Количество влаги, испарившейся с поверхности некипящей воды, M_{H_2O}, кг/ч, в инженерных расчетах определяется эмпирической зависимостью:

$$M_{H_2O} = \left(a + 0{,}131 \cdot v_в\right)\left(P_{нов} - P_{окр}\right)\frac{101{,}325}{B} F, \quad (6.1)$$

где а – коэффициент, зависящий от температуры поверхности испарения $t_{пи}$ следующим образом:

$t_{пи}$, °С	До 30	40	50	60	70	80	90	100
а	0,02	0,028	0,033	0,037	0,041	0,046	0,051	0,05

$P_{нов}, P_{окр}$ – парциальное давление водяного пара, соответственно при температуре поверхности испарения жидкости и полном насыщении и в окружающем воздухе, кПа,

B – барометрическое давление, кПа,

$v_в$ – скорость воздуха над поверхностью испарения, м/с,

F – площадь поверхности испарения, $м^2$.

Для некипящей жидкости, без механического ее перемешивания, температура поверхности испарения $t_{пи}$ зависит от средней температуры воды $t_ф$ следующим образом:

$t_ф$, °С	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$t_{пи}$, °С	18	28	37	45	51	58	69	82	97

Количество влаги, испарившейся при кипении воды $M_{кип}$, кг/ч, зависит от количества подводимого к воде тепла и характера кипящей воды и может быть определено по формуле

$$M_{кип} = 3{,}6 \cdot K_{ук}\left(Q/r\right), \quad (6.2)$$

где $K_{ук}$ – опытный коэффициент, принимаемый равным: при устройстве плотных укрытий без отсоса воздуха – 0,1, при отсосе воздуха – 0,20 – 0,25,

Q – мощность теплового источника испарения, Вт,

r – скрытая теплота испарения, кДж/кг.

Ориентировочно интенсивность испарения может быть принята равной 40-50 кг в I ч с I м^2 поверхности.

Количество воды $M_{ад}$, кг/ч, поступающей в воздух при адиабатическом процессе, определяют по формуле

$$M_{ад} = 6 \cdot 10^{-3} (t_в - t_м) \cdot F \quad , \qquad (6.3)$$

где $t_в, t_м$ – температура воздуха помещения соответственно по сухому и мокрому термометрам, °С.

Количество водяных паров, образующихся при химических реакциях, в том числе и при горении веществ, определяется по соответствующим химическим формулам или по опытным данным. Так, при сжигании I кг горючего количество образовавшейся влаги может быть определено по табл. 6.I.

Таблица 6.I

Количество влаги $M_{гор}$, образующейся при сгорании I кг топлива

Горючее вещество	$M_{гор}$, кг/кг
Водяной генераторный газ	0,6I
Ацетилен	0,70
Бензин	I,40

Значительное количество водяного пара поступает в воздух производственных помещений от металлорежущих станков при применении охлаждающих эмульсий. Значение этих влаговыделений в среднем может быть принято равным 0,I5 кг на I кВт установочной мощности станков.

В котельные помещения ТЭЦ при работе котлоагрегатов поступает пар. Его количество $Q_п$ принимается в зависимости от производительности котла $G_к$.

$G_к$, т/ч	60	90	I00	I50
$Q_п$, кг/ч	300	400	450	480

Количество пара, прорывающегося через неплотности соединений трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры может быть принято в процентах от его расхода. Так, на сахарных заводах это значение принимается равным 5 %, на консервных заводах - 3%, на кондитерских фабриках - 2%.

Влаговыделения от различного технологического оборудования

очень разнообразны и обычно принимаются по справочным данным [35].

Кроме выделения, влага в помещении может поглощаться материалами, обладающими гигроскопическими свойствами, а также в результате конденсации водяных паров на поверхностях, температура которых ниже температуры точки росы воздуха. Так, количество влаги $M_{погл}$, кг/ч, поглощаемой бумагой и картоном, может быть подсчитано по формуле

$$M_{погл} = (0,02 \div 0,03)\, M_{бум}, \qquad (6.4)$$

где $M_{бум}$ – масса бумаги, кг, обрабатываемая в течение I ч.

6.2. Определение газо- и паровыделений

В помещениях имеются самые разнообразные источники газа и пара. В первую очередь сюда следует отнести: выделения со свободной поверхности жидкостей, утечку через неплотности аппаратуры и трубопроводов, выделения продуктов сгорания при сжигании топлива и при работе автомобильных двигателей, выделения при различных технологических операциях (окраске, гальванизации, травлении металлов, сварке).

Количество двуокиси углерода CO_2, содержащейся в выдыхаемом человеком воздухе, зависит от интенсивности его труда и обычно определяется по табличным данным (см.табл. 5.2).

Количество паров $M_{исп}$, кг/ч, испаряемых со свободной поверхности жидкости в окружающий воздух, определяется зависимостью

$$M_{исп} = 0,93\, K_t \cdot D \cdot (c_п - c_0) \sqrt{K_{мс}}\, \delta^{0,1} \cdot F \cdot \varphi^{-0,9}, \qquad (6.5)$$

где K_t – коэффициент, зависящий от разности температур Δt, °С, поверхности жидкости и окружающего воздуха:

Δt, °С	10	20	30	40	50
K_t	0,614	0,58	0,54	0,48	0,44

$c_п, c_0$ – концентрация паров вещества соответственно на поверхности раствора и в окружающем воздухе, кг/м^3, определяемая по их парциальным давлениям зависимостью:

$$C = \frac{M}{29{,}2} \cdot B \frac{p}{p} \cdot \rho_в$$

(здесь М - молярная масса вещества, кг/кмоль (табл. 6.2),

р - парциальное давление паров вещества, Па (см. табл. 6.2),

$\rho_в$ - плотность воздуха, кг/м^3),

L - расход воздуха в местном (бортовом)отсосе, м^3/ч,

$K_{мо}$ - коэффициент местного отсоса, принимаемый при работающем отсосе равным 0,9, при неработающем - 0 ,

b - характерный размер (ширина ванны) поверхности испарения, м,

φ - пространственный угол подтекания воздуха к местному отсосу (при отсутствии местного отсоса $\varphi = 1$, для отсоса у стены $\varphi = 0{,}5\pi$, для отсоса у ванны, расположенной рядом с ванной, не имеющей отсоса, $\varphi = \pi$, для отдельно стоящей ванны $\varphi = 1{,}5\pi$).

Таблица 6.2

Молярная масса М и парциальное давление р насыщенного пара некоторых жидкостей, при температуре 20°С

Жидкость	М, кг/кмоль	р, Па	Жидкость	М, кг/кмоль	р, Па
Этиловый эфир	88	5720	Анилин	93	40
Ацетон	58	3720	Нитробензол	124	40
Этиловый спирт	46	2000	Ртуть	207	0,16
Бензол	78	2000	Серная кислота	98	0,01
Дихлорэтан	98	2000	Щелочи(NaOH, KOH)	40, 56	0
Амиловый спирт	-	532			
Хлорбензол	112	532			

Коэффициент диффузии пара в воздухе Д, м^2/ч, зависящий от температуры жидкости $t_ж$, °С, и барометрического давления В, кПа, находят по формуле

$$Д = Д_0 \left(\frac{273 + t_ж}{273} \right)^2 \frac{101{,}325}{B}, \qquad (6.5)$$

где $Д_0$ - коэффициент диффузии при нормальных условиях (для водяного пара $Д_0$=0,0754 м^2/ч, хлористого водорода $Д_0$=0,047м^2/ч,

цианистого водорода $Д_0$=0,052 м^2/ч, паров азотной кислоты $Д_0$= =0,033 м^2/ч).

Коэффициент диффузии для любых газов и паров может быть определен по закону Грэхема, согласно которому в одинаковых усл виях скорости диффузии газов $Д_1$ и $Д_2$ обратно пропорциональны их молярным массам $М_1$ и $М_2$.

$$Д_I/Д_2 = \sqrt{М_I/М_2}.$$

Концентрацию паров в окружающем воздухе следует принимать по величине их предельно допустимой концентрации.

Утечка паров и газов через неплотности аппаратуры и трубопроводов зависит от их внутреннего давления. При перепаде давления в оборудовании и окружающей среде р менее $0,2 \cdot 10^5$ Па количество газа, попадающего в помещение $М_г$, кг/ч, определяется по формуле

$$М_г = 5090 \mu \cdot f \sqrt{\Delta p \rho_г} \quad , \qquad (6.7)$$

где μ – коэффициент расхода, для щелевых отверстий, μ = =0,6÷0,7,

f – суммарная площадь неплотностей, принимаемая по паспортным данным или по заданию к проекту, м^2,

$\rho_г$ – плотность газа, кг/м^3.

При давлении в оборудовании или трубопроводе р более $0,2 \cdot 10^5$ Па количество истекающего через неплотности газа $М_г$, кг/ч, можно определить по формуле Н.Н.Репина

$$М_г = 1,5 К_д V \sqrt{М/Т} \, . \qquad (6.8)$$

где $К_д$ – коэффициент, зависящий от давления газа в оборудовании и определяемый при $p > 40 \cdot 10^5$ Па $К_д$=0,25÷0,35; при $p < 40 \cdot 10^5$ Па $К_д$=0,13÷0,2.

V – внутренний объём аппарата или трубопровода, м^3,

$М$ – молярная масса газов или паров, находящихся под давлением, кг/кмоль,

$Т$ – абсолютная температура газов или паров, К.

Расход вредных веществ через сальники насосов $M_н$, кг/ч, можно определить по формуле

$$M_н = 25 d \sqrt{P}, \qquad (6.9)$$

где d - диаметр вала или штока, мм,

P - давление, развиваемое насосом, Па.

Поступление газообразных вредных выделений при работе автомобильных двигателей. Основными вредными выделениями при работе автомобильных двигателей являются окись углерода и окислы азота. Общие газовыделения $M_г$, г/ч, в помещениях для хранения и технического обслуживания автомобилей определяются по формуле

$$M_г = n \cdot q \cdot N \cdot K, \qquad (6.10)$$

где n - максимальное число автомобилей, выезжающих в течение I ч., выезд/ч,

q - удельные газовыделения, г/кВт, принимаемое по табл.6.3,

N - мощность двигателя автомобиля, кВт (табл.6.4),

K - коэффициент учета интенсивности движения автомобилей (табл.6.5).

Пример. Определить количество газообразных вредных выделений при работе автомобильных двигателей (20 шт.) автомобилей "Жигули" ВАЗ 2106.

Решение. По табл.6.3 удельные газовыделения: 1,63 г/кВт - окиси углерода и 0,27 г/кВт - двуокиси азота. Мощность двигателя определяется из табл.6.4: N =59 кВт. Коэффициент интенсивности движения К по табл.6.5 равен I. По формуле 6.10

$$M_{CO} = 20 \cdot 1,63 \cdot 59 \cdot 1 = 1923,4 \text{ г/ч},$$

$$M_{O_2} = 20 \cdot 0,27 \cdot 59 \cdot 1 = 318,6 \text{ г/ч}.$$

Таблица 6.3

Газовыделения при работе автомобильных двигателей

Помещения	Удельные газовыделения, г/кВт					
	легковые автомобили		грузовые автомобили и автобусы с карбюраторными двигателями		с дизельными двигателями	
	окись углерода	окислы азота в пересчёте на NO_2	окись углерода	окислы азота в пересчёте на NO_2	окись углерода	окислы азота в пересчёте на NO_2
Для хранения автомобилей	I,63	0,027	2,32	0,04I	0,68	0,27
Для технического обслуживания автомобилей	I,09	0,022	I,36	0,033	0,54	0,22

Таблица 6.4

Мощность автомобильных двигателей

Марка автомобиля	Мощность двигателя, кВт	Марка автомобиля	Мощность двигателя, кВт
Легковые:		ПАЗ-672	84
"Запорожец"ЗАЗ-968	30	ЛАЗ-69Д	II0
"Жигули"ВАЗ-2I0I	47	ЛАЗ-699	I32
-//- ВАЗ-2I0II	5I	ЛиАЗ-677	I32
-//- ВАЗ-2I03	57	Грузовые:	
-//- ВАЗ-2I06	59	ГАЗ-53А	84
"Москвич"М-2I4I	55	ЗИЛ-I30	II0
-//- М-2I36	5I	КАМАЗ-5320	I54
"Волга" ГАЗ-24	72	УРАЛ-377	I28
УАЗ-469	53	МАЗ-500	I32
Автобусы:		КРАЗ-258	I76
РАФ-982	72	Автомобильный тягач "Колхида"КАЗ-608	II0
КАВЗ-658	84		

Таблица 6.5

Коэффициент K учёта интенсивности движения автомобилей.

Помещения	Число выездов, выезд/ч	Значение
Для технического обслуживания автомобилей	I	0,5
	2	0,6
	3	0,7
	4	0,8
	Более 4	I
Пост технического обслуживания		0,5
Для поточных линий с перемещением автомобилей на конвейере	Независимо от числа выездов	0,3
Для хранения автомобилей		I

В многоэтажных гаражах распределение газовыделений по объёму здания в зависимости от его этажности.

Пример. Требуется определить газовыделения на каждом этаже 3-этажного гаража для хранения легковых автомобилей марок "Жигули"ВАЗ-2101 и "Москвич"М-2141. В течение часа из гаража выезжает 12 автомобилей.

Решение. По табл.6.3 находим удельные газовыделения: 1,63 г/кВт - окиси углерода и 0,27 г/кВт - двуокиси азота. Коэффициент интенсивности движения K по табл.6.5 равен I. Газораспределение по этажам можно считать для двухэтажного гаража - 53 и 47, для трехэтажного - 35,5 , 34, 30,5 соответственно для I- го, 2- го, и 3- го этажей в % от общих газовыделений. Считая, что выезжает автомобилей разных марок поровну, с учетом газораспределения, определяем по формуле (6.10) :

I-й этаж

$$M_{CO} = 12 \cdot 1,63 \frac{47+55}{2} \cdot 0,355 = 354,1 \text{ г/ч}$$

$$M_{NO_2} = 12 \cdot 0,027 \frac{47+55}{2} \cdot 0,355 = 5,8 \text{ г/ч}$$

2-й этаж

$$M_{CO} = 12 \cdot 1,63 \frac{47+55}{2} \cdot 0,34 = 339,2 \text{ г/ч}$$

$$M_{NO_2} = 12 \cdot 0,027 \frac{47+55}{2} \cdot 0,34 = 5,6 \text{ г/ч}$$

3-й этаж

$$M_{CO} = 12 \cdot 1,63 \frac{47+55}{2} 0,305 = 304,3 \text{ г/ч}$$

$$M_{NO_2} = 12 \cdot 0,027 \frac{47+55}{2} 0,305 = 5,1 \text{ г/ч}.$$

Газовыделения при сварочных работах. В настоящее время в промышленности и строительстве применяются свыше 60 различных видов сварки, наплавки и тепловой резки металлов и почти все они сопровождаются поступлением в воздушную среду сварочной пыли, окиси углерода, окислов азота и других вредных веществ, а плазменная резка, кроме того, большим шумом и ультрафиолетовым излучением. Степень вредности различных методов сварки возрастает в таком порядке: газовая сварка, сварка вольфрамовым электродом в инертном газе, плазменно-дуговая резка, сварка и наплавка. Наибольшие газовые выделения наблюдаются при сварке в среде защитных газов и тепловой резке металлов (особенно в начальный период процесса).

Выделения газов при различных способах сварочных работ и применяемых материалах приведены в работе Писаренко В.Д., Рогинский М.Л. Вентиляция рабочих мест в сварочном производстве.-М.: Машиностроение, 1981.

Выделение вредных веществ при окраска изделий. Основными вредными веществами, выделяющимися при окраске изделий, являются летучие составляющие красок и лаков - пары растворителей. Интенсивность выделения летучих веществ зависит от физико-химических свойств лакокрасочного материала и микроклимата помещения.

При окраске поверхности выделяют три периода, различающиеся по интенсивности выделения летучих веществ:

1) начальный, когда лакокрасочный материал наносится на поверхность и интенсивность выделения летучих веществ возрастает

2) основной, когда материал наносится на поверхность и интенсивность выделения летучих веществ примерно постоянна,

3) конечный, когда окраска прекращена и интенсивность выделения летучих веществ уменьшается.

Для начального и основного периодов при высыхании лакокрасочного материала или при его нанесении кистевым способом выделение летучих веществ $M_д$, кг/ч, в нанесённом за время τ, мин, на поверхность материале составит:

$$M_д = \left[I - (I - e^{-k\tau}) / K\tau \right] C_{лкм} \cdot m \quad , \qquad (6.11)$$

где K - общий коэффициент, характеризующий процесс окраски,

$C_{лкм}$ - расход лакокрасочного материала, кг/ч,

m - доля компонента в растворителе (см.табл.6.6).

Общий коэффициент K, характеризующий процесс окраски, определяют по формуле

$$K = K_{z0} K_t K_v K_q K_r K_\varphi \quad , \qquad (6.12)$$

где K_{z0} - коэффициент, учитывающий физико-химические свойства материала и принимаемый равным:

грунт		краска	
поливинилбутиролевый ВЛ-02, ВЛ-023	0,15	глифталевая:	
глифталевый ГФ-020	0,10	С-3	0,07
фенольный ФЛ-03	0,04	ПФ-218, ПФ-223	0,04
хлорвиниловый ХС-04	0,05	хлорвиниловая:	
эмаль		ХС-54	0,10
пентафталевая ПФ-223	0,04	ХС-52, ХС-720	0,20
алкидная АЛ-70	0,05	этиленовая:	
		ЭКЖС-40	0,075
		ЭКА-15	0,1
		смола	
		полиэфирная П-3	0,03

K_t - коэффициент, зависящий от температуры воздуха помещения $t_в$:

$t_в$, °С	15	20	25	30
K_t	0,8	I,03	I,4	I,9

K_v - коэффициент, учитывающий скорость воздуха в помещении

$v_в$, м/с	0,2	0,4	0,6	0,8	I
K_v	I,7	2,3	2,5	2,82	2,9

K_q - поправочный коэффициент на толщину слоя материала, нанесённого на поверхность изделия, характеризуемый удельным расходом материала q :

q, кг/м^2	0,25	0,5	0,75	I
K_q	I	0,5	0,25	0,22

K_r - коэффициент, учитывающий расположение окрашиваемой поверхности и принимаемый равным: для вертикальных поверхностей - I, для горизонтальных, направленных вверх (пол) - 0,7, для

горизонтальных, направленных вниз (потолок) I,3;

K_φ - поправочный коэффициент на относительную влажность воздуха помещения φ, при $\varphi \leq 75\%$ K=I.

Таблица 6.6

Состав распространённых многокомпонентных растворителей

Марка растворителя, разбавителя, разжижителя.	Доля компонентов в растворителях, разбавителях, разжижителях.													
	ксилол	ацетон	толуол	бутилацетат	сольвент	спирт бутиловый	этилцеллюлоза	уайт-спирит	бутанол	циклогексанол	этилацетат	спирт этиловый
Растворитель:												
Р-4		0,26	0,62	0,I2								
Р-5	0,4	0,3		0,3								
Р-24	0,35	0,I5			0,5							
Р-40		0,2	0,5				0,3					
645		0,03	0,5	0,I8		0,I					0,09	0,I
646		0.07	0,5	0,I		0,I5	0,08					0,I
647			0,4I	0,3		0,08					0,2I	
65I						0,I	0,3					
Разбавитель:												
Р-7										0,5		0,5
РЭ-2В				0,2	0,6		0,2					
РЭ-IOВ					0,4		0,2		0,4			
РЭ-IIВ	0,4			0,2		0,3				0,I		
Разжижитель			0,4	0,I5				0,I5				0,3

Пример. Требуется определить выделяющееся в течение I ч количество паров растворителя Р-24 при кистевой окраске грунтом ХС-04 преимущественно вертикальных поверхностей площадью 70 м^2 в помещении с температурой 28°С, относительной влажностью 70% и скоростью движения воздуха 0,5 м/с. Удельный расход лакокрасочного материала 0,5 кг/м^2.

Решение. По формуле (6.I2) определяем общий коэффициент, характеризующий процесс окраски:

$$K = 0,05 \cdot I,7 \cdot 2,4 \cdot 0,5 \cdot I \cdot I = 0,I.$$

По табл.6.6 определяем доли каждого компонента растворителя Р-24: ацетон m_a=0,I5, ксилол $m_к$=0,35, сольвент $m_с$=0,5. Находим общий расход грунта:

$$C_{лк\,н} = 0,5 \cdot 70 = 35 \text{ кг/ч}.$$

Определяем по формуле (6.II) выделение каждого компонента растворителя:

ацетон

$$M_{л}^{а} = \left[1 - \frac{I}{0{,}1 \cdot 60}\left(I - e^{-0{,}1 \cdot 60}\right)\right] 35 \cdot 0{,}15 = 0{,}833 \cdot 35 \cdot 0{,}15 = 4{,}375 \text{ кг/ч};$$

ксилол

$$M_{л}^{к} = 0{,}833 \cdot 35 \cdot 0{,}35 = 10{,}2 \text{ кг/ч},$$

сольвент

$$M_{л}^{с} = 0{,}833 \cdot 35 \cdot 0{,}5 = 14{,}58 \text{ кг/ч}.$$

Количество вредных выделений, поступающих в воздух помещения при окраске методами ручного распыления без учёта удаления вредных веществ через местные отсосы, может быть принято по табл.6.7.

Таблица 6.7

Количество летучих веществ, поступающих в воздушную среду при окраске различными методами

Метод распыления	Производительность, кг/ч	Количество паров доминирующего растворите.	
		% от производительности	кг/ч
Пневматический	36	25	9
Безвоздушный	48	23	11,4
Гидроэлектростатический	48	25	12
Пневмоэлектростатический	18	20	3,6
Электростатический	6	50	3

Примечание. При другой производительности приведённые данные пропорционально ей пересчитываются.

Газо- и паровыделения при гальванизации изделий определяются следующим образом. Объем выделенного при электролизе водорода $M_{н}$, л/ч, может быть определен по формуле

$$M_{н} = 0{,}418\mathcal{J}(1-c)\eta_{р} \qquad (6.13)$$

где $\mathcal{J}$ - сила тока, А,

c - коэффициент, учитывающий выход по току основного вещества (табл.5.8);

τ_p – относительное, доля единицы, время работы оборудования (ванны).

то

Таблица 6.8

Коэффициент учёта выхода по току металла при электрохимических процессах

Металл	Значения коэффициента c	Металл	Значения коэффициента c
Цинк из ванн:		Медь из ванн:	
кислых	0,96	кислых	I
цианистых	0,8	цианистых	0,6
Кадмий из ванн:		Никель	0,98
кислых	0,95	Хром	0,13
цианиотых	0,9	Железо	0,95
Олово из ванн:		Свинец, серебро	I
кислых	0,9	Золото	0,5
щелочных	0,65	Паладий	0,9
Индий	0,7		

Объём водорода в реальных условиях равен

$$M_p = M_н(273+t_м)\ 101,325/273\ B. \qquad (6.14)$$

Массу вредных веществ, поступающих в воздух помещения при различных технологических процессах гальванического производства, обычно определяют по таблицам нормативной и справочной литературы. Однако массу этих веществ можно рассчитать и по эмпирическим формулам. Так, масса вредных веществ $M_{вр}$, г/ч, вносимых в воздух, равна

$$M_{вр} = K_p \cdot F \cdot \delta \cdot \vartheta_s \quad , \qquad (6.15)$$

где K_p – концентрация вещества в растворе, г/л;

F – площадь обрабатываемой поверхности, $м^2$/ч,

δ – толщина покрытия, принимаемая равной 10-20 мкм,

ϑ_s – удельный унос вещества, отнесённый к I $м^2$ площади обрабатываемой поверхности на I мкм толщины покрытия, л/($м^2$·мкм), принимаемый по табл.6.9.

Таблица 6.9

Удельный вынос вредных веществ из ванн

Технологическая операция	Вредное вещество	ϑ_s, л/(м²·мкм)
Декоративное и твёрдое хромирование	Хромовый ангидрит	0,05*
Молочное хромирование	То же	0,1*
Цианирование	Цианистые электролиты	0,015*
Никелирование, кадмирование, меднение, свинцевание, лужение, цинкование в кислых электролитах	Пары кислот	0,001-0,005**
То же, в щелочных электролитах (без учёта толщины покрытия)	Пары щелочей	0,01-0,05**

* При обработке на автоматических линиях вводится коэффициент 0,8, для барабанных ванн и погружных колоколов - 1,5.

** Нижний предел принимается при отсутствии перемешивания или нагревания раствора, верхний - при нагревании или перемешивании.

Количество газов $M_г$, кг/ч, которые выделяются при химической обработке металлов (травление, химическое фрезерование) определяют по формуле

$$M_г = m_м \cdot K \cdot (M_г/M_м), \qquad (6.16)$$

где $m_м$ - масса снимаемого металла, определяемая по заданию или по формулам химических реакций, кг/ч,

K - численный множитель определяемого газа в формуле химической реакции (см. пример приведённый ниже),

$M_г, M_м$ - молярные массы определяемого газа и металла, кг/кмоль

Массовый расход аэрозоля серной кислоты из сернокислых ванн без применения ингибитора $G_{кис}$, мг/(ч м²), находят по формуле

$$G_{кис} = 480\ c + 270\ t - 14400, \qquad (6.17)$$

где c - концентрация серной кислоты в ванне, %,

t - температура травильного раствора, °С.

Пример. Определить количество двуокиси азота при травлении

меди азотной кислотой. В I ч стравливается 0,2 кг металла.

Решение. Записываем формулу химической реакции:

$$Cu + 4HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$$

Молярные массы стравленного металла выделяющегося газа равны M_{Cu}=63,5, M_{NO_2}=46, численный множитель двуокиси азота в формуле химической реакции K=2

По формуле (5.I6) определяем массу двуокиси азота:

$$M_{NO_2} = 0,2 \cdot 2 \cdot (46/63,5) = 0,29$$

В термическом производстве при цианировании изделий цианистый водород в помещении поступает через неплотности в укрытиях агрегатов. Количество цианистого водорода в этом случае определяется из расчёта 5 г/ч на каждый агрегат. В помещениях для хранения аммиака через неплотности арматуры может поступать 0,015 г/ч аммиака на один баллон, а в помещениях испарителей - 27 г/ч на каждый испаритель.

При сжигании в технологическом оборудовании газообразного, жидкого или твёрдого топлива с отводом продуктов сгорания в дымовую трубу часть этих продуктов прорывается в помещение. Количество окиси углерода CO или сернистого газа SO_2, которое в этом случае поступают в помещение, определяют по формуле вида

$$M_Г = m_r \cdot B_т , \qquad (6.I8)$$

где $M_Г$ - количество газа, поступающего в помещение, кг/ч,

m_r - количество вредных выделений, образующихся при сжигании I кг топлива (табл.6.I0),

$B_т$ - расход сжигаемого топлива, кг/ч.

Количество окиси углерода M_{CO}, г/т, выделяющееся при заливке в формы расплавленного чугуна или стали, зависит от массы отливки и времени её нахождения в помещении [31] .

Таблица 5.10

Количество вредных веществ, поступающих в помещение при сжигании топлива

Производства и оборудование	Содержание, г/кг	
	окиси углерода	сернистого газа
Термическое производство заводов тяжелого машиностроения. Нагревательные печи, работающие:		
на природном газе	3,8	-
на мазуте	4,8	3,1
Термическое производство заводов автотракторных и инструментальных. Нагревательные печи, работающие:		
на природном газе	24	-
на мазуте	12	6
Сварочное производство. Печи отжига, работающие:		
на природном газе	8,5	-
на мазуте	7,8	5
Кузнечное производство. Нагревательные печи, работающие:		
на природном газе	7	-
на мазуте	7	5,2
Прессовое производство. Нагревательные печи, работающие:		
на природном газе	3	-
на мазуте	3	2,2

В литейном производстве применяют крепители из жидкого стекла для высушивания форм химическим способом под действием двуокиси углерода. Поступление CO_2 в помещение в этом случае принимается в размере 600 г на 1 $м^3$ расходуемой углекислоты.

6.3. Определение пылевыделений

Многие технологические процессы сопровождаются пылевыделениями в окружающую среду. В первую очередь сюда можно отнести обработку металла абразивными кругами, его очистку и полировку, сварочные работы, распиловку и обработку на станках древесины, дробление, размол и просев материалов, транспортирование сыпучих материалов и многие другие операции. Места пылеобразования, как правило, оборудуют местной вытяжной вентиляцией. Тем не менее необходимо знать количество пыли, образующейся при том или ином технологическом процессе, во-первых, для установления предельно

допустимой концентрации пыли в воздухе рабочей зоны и, во-вторых, для решения вопросов защиты атмосферы от загрязнения. Для решения этих вопросов можно воспользоваться данными, приведенными в работах [21] .

Пылевыделения при сварочных работах в большинстве случаев определяют воздухообмен помещения. Выделяющаяся при сварке пыль содержит фтористые соединения, окислы марганца, железа и алюминия, медь, марганец и другие вещества. В табл.6.11 приведены данные о количестве и химическом составе пыли, выделяющейся при сварке некоторыми отечественными фториотокальцевыми рутиловыми электродами.

Таблица 6.11

Удельные выделения и химический состав пыли

Марка электрода	Выделение пыли, г/кг	Содержание, %, в пыли		
		фтора	фтора и растворимых фторидов	марганца
К5А	24,1	20,6	18,5	4,5
УОНИ-13	18,6	19	14	5,2
АНО-11	22,4	16	11,7	3,9
АНО-15	19,5	13,9	11,8	5,1
АНО-9	16	10	7,7	5,6
АНО-5	7	-	-	1
АНО-4	4	-	-	0,7
АНО-3	17	-	-	2,2

Наиболее вредными с санитарно-гигиенической точки зрения в настоящее время являются марганцевые рудокислые электроды ЦМ-7, ЦМ-8, ОЗС-3 и ОММ-5, содержащие в составе своего покрытия до 30% ферромарганца. Выделение пыли и содержание в ней окислов марганца на 1 кг израсходованных электродов приведено в табл.6.12.

Таблица 6.12

Удельные выделения пыли и окислов марганца

Марка электрода	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Выделение, г/кг	
			пыли	окислов марганца
ЦМ-6	6	300	16,7	4,3
ЦМ-УП/	8	400	18,5	1,5
ОММ-5	4	210	9	1,65
СМ-5	4	210	11,4	2,18

Для ориентировочных расчётов можно принимать, что при сгорании одного электрода диаметром 4 мм выделяется 0,5 г аэрозолей, электрода диаметром 5 мм - I г аэрозоли и электрода диаметром 6 мм - I,5 г аэрозоли.

Для расчёта вентиляции суммарные вредные выделения в помещении удобно заносить в расчётную табл.6.I3 .

Таблица 6.I3

Сводная таблица вредных выделений в помещении.

№ помещения	Наименование помещения, м	Объём помещения, $м^3$	Расчётный период года	Тепловые избытки явного тепла, Вт	Тепловые избытки явного тепла, $Вт/м^3$	Тепловые избытки скрытого тепла, Вт	Влаговыделения полное тепло, Вт	Влаговыделения, кг/ч	Газовые выделения, г/ч
I	2	3	4	5	6	7	8	9	IO
			Тёплый						
			Переходный						
			Холодный						
			Тёплый						
			Переходный						
			Холодный						

Примечание. Графа 6 - отношение избытков явного тепла к объёму помещения - является характеристикой теплонапряжённости помещения и применяется при выборе расчётных параметров воздуха в помещении.

7. ОРГАНИЗАЦИЯ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

7.I. Отопление и вентиляция гальванических и травильных цехов

В пособии рассмотрены вопросы проектирования отопления и вентиляции реконструируемых и новых гальванических и травильных цехов, в которых используются технологические процессы в соответ-

ствии с ГОСТ 9.047-75 [1] .

В пособии приведены рекомендации по проектированию отопления и вентиляции гальванического, травильного, машинного отделе ия (участков), отделения приготовления растворов, хранения химикатов и развеса цианистых солей для объёмно-планировочных решении цехов, предусматривающих:

а)размещение вспомогательного и вентиляционного оборудования, коллекторов (магистральных воздуховодов) в подвальном (техническом)этаже, если основное оборудование устанавливается на первом этаже;

б)размещение вспомогательного оборудования на уровне пола, прокладку коллекторов и магистральных воздуховодов над полом, установку вытяжного вентиляционного оборудования в отдельном помещении или вне здания в случае невозможности устройства подвального этажа;

в)размещение технического этажа под этажом, на котором устанавливается основное оборудование в многоэтажном здании.

Категория взрыво-пожароопасности гальванического производства определяется технологической частью проекта.

Расчётные параметры воздуха рабочей зоны помещении принимаются в соответствии со СНиП 2.04.05-86 [2] и ГОСТ 12.1.005-75 [3] для категории работы средней тяжести. Теплонапряжённость помещений определяется из теплового баланса. В помещениях хранения химикатов в холодный период года допускается снижение температуры воздуха до 10°С при отсутствии постоянных рабочих мест.

Отопление помещении гальванических, травильных отделений выполняется воздушным, совмещённым с вентиляцией.

Установка нагревательных приборов под окнами должна предусматриваться в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-86 с учётом возможности их использования в качестве дежурного отопления.

Отопление остальных помещений следует предусматривать местными нагревательными приборами. Необходимость устройства воздушно-тепловых завес у наружных ворот определяется в соответствии с требованиями санитарных норм проектирования промышленных предприятий.

Основные рекомендации по устройству вентиляции:

а)в отделениях гальваники, травления и приготовления растворов вытяжная вентиляция - механическая, через местные отсосы, приточная- механическая, в верхнюю зону помещения;

б)в машинном отделении вытяжная вентиляция общеобменная, механическая или естественная, приточная - механическая в холод-

ный и переходный периоды года и естественная в тёплый период года;

в)в складе хранения химикатов вытяжная вентиляция механическая, местная от шкафов и общеобменная из нижней зоны помещения для обеспечения 3- кратной вытяжки, приточная - механическая, в верхнюю зону помещения.

Рециркуляция воздуха допускается только в машинном отделении.

При рекомендуемой схеме воздухообмена "сверху - вниз" и расчётной кратности более 5 $ч^{-1}$ удаление воздуха из верхней зоны помещения не требуется. При кратности воздухообмена менее 5 $ч^{-1}$ следует дополнительно предусматривать механическую вытяжку из верхней зоны расчёта 1 $ч^{-1}$.

В зависимости от типа технологического оборудования следует, как правило, применять местные отсосы с целью всасывания расположенной в горизонтальной плоскости (опрокинутые) [4.с. 232-235] :

без передувки - двухбортовые,

с передувкой - двухбортовые и однобортовые.

Ванны шириной $B < 600$ мм могут быть оснащены однобортовыми отсосами без передувки.

Если конструкция ненормализованных ванн не позволяет применить "опрокинутые" отсосы, допускается установка отсосов со щелью всасывания, расположенной в вертикальной плоскости.

Отсосы располагают, как правило, по длинному борту ванны. На ваннах длиной более 1200 мм следует устанавливать несколько секций отсосов.

Выбор типа отсоса определяется местными условиями, технологией и технико-экономическими расчётами.

Количество воздуха, удаляемого местными отсосами от гальванических ванн, определяется расчётом

Количество удаляемого воздуха от полностью укрытых ванн и агрегатов следует определять по скорости всасывания воздуха в открытых проёмах или неплотностях (щелях) при закрытых шторах: для холодных растворов ($t < 50°$) - 0,7 м/с; для нагретых - 1 м/с.

Расчётная площадь неплотностей (щелей) указывается технологами.

Если ванны оборудованны крышками, постоянно перекрывающими зеркало раствора на половину ширины ванны, то расчётное количество воздуха, определяемое по формулам (1) и (4), следует уменьшить на 30%.

Если крышки перекрывают менее половины ширины ванны, то уменьшение количества удаляемого воздуха не допускается.

Столы для обезжиривания крупных деталей должны оборудоваться наклонными панелями равномерного всасывания с нижним или верхним присоединением к воздуховоду.

Расход отсасываемого воздуха определяется по удельным расходам на I $м^2$ панели: 3200 $м^3$/ч, если панель расположена у стены, и 5000-7000 $м^3$/ч, если панель удалена от стены.

Количество воздуха, удаляемого от шкафов для обезжиривания мелких деталей органическими растворителями (или травления их в кислотах), следует определять из условия обеспечения скорости всасывания воздуха в открытом проёме не менее 0,7 м/с. Для шкафов в которых выполняются процессы горячего лужения с применением расплава ПОС или установлено оборудование с вращающимися приспособлениями, скорость всасывания следует принимать не менее I м/с.

Количество приточного воздуха следует предусматривать из расчёта компенсации удаляемого воздуха через местные отсосы с проверкой на ассимиляцию тепло- и влагоизбытков. В случае необходимости подачи дополнительного количества приточного воздуха следует также предусматривать механическую вытяжку из верхней зоны для удаления этого количества воздуха.

При смежном расположении гальванических и травильных отделении с другими помещениями, не имеющими токсических выделений и пыли, воздух следует подавать в количестве 95% от расчётного воздухообмена. Остальной воздух должен поступать из смежных помещении через проёмы двери и другие.

В случае, когда это количество воздуха составляет в смежном помещении более, чем однократный воздухообмен необходимо предусматривать подачу приточного воздуха в смежное помещение установками с механическим побуждением из условия компенсации 5% от расчётного воздухообмена в гальваническом или травильном отделении.

При этом следует иметь ввиду, что тепло-и влаговыделения принимаются в соответствии с технологической частью проекта.

Подачу воздуха необходимо осуществлять в верхнюю зону помещения с обеспечением в рабочей зоне скорости движения воздуха не более 0,3 м/с и допускаемой СНиП неравномерности распределения параметров воздуха.

Выбор и расчёт систем воздухораспределения следует выполнять в соответствии с Инструкцией серии АЗ-669.

В качестве воздухораспределительных устройств могут быть рекомендованы типовые конструкции ВПЗП, серия I.494-I8.

При применении полностью укрытого технологического оборудования и высоте подачи воздуха более 6 м допускается сосредоточенный выпуск воздуха с обеспечением скорости его движения в рабочей зоне в пределах нормируемой. Например, через воздухораспределители типа ВЗС, серия I.494-I7.

В подвальном (техническом) этаже при размещении в нём отделении приготовления и корректировки растворов необходимо предусматривать общеобменную вентиляцию из расчёта ассимиляции избыточного тепла и влаги. При наличии местных отсосов количество удаляемого воздуха должно компенсироваться механическим притоком и обеспечивать не менее, чем трёхкратный воздухообмен.

В машинных отделениях вентиляцию следует рассчитывать на ассимиляцию теплоизбытков.

В одноэтажных зданиях допускается использовать аэрацию во все периоды года. При расположении отделений в первых этажах многоэтажных зданий - вытяжка из верхней зоны через шахты, проходящие сквозь выше расположенные этажи.

В помещении склада хранения химикатов и развески цианистых солей количество воздуха, удаляемого из шкафов, определяется из расчёта обеспечения скорости всасывания в открытом проёме не менее I м/с.

Количество приточного воздуха в помещении предусматривается из условий компенсации местных отсосов.

В помещении хранения цианистых солей и кислот воздух следует, как правило, подавать отдельными приточными установками. Применение общей приточной установки должно быть технически обосновано. При этом на ответвлении в каждое помещение следует устанавливать герметические самозакрывающиеся обратные клапаны.

Конструктивные решения, выбор отопительно-вентиляционного оборудования, его размещение и материал воздуховодов должны соответствовать требованиям, предъявляемым к помещениям с категорией взрыво пожароопасности данного гальванического производства. Категория взрыво-пожароопасности определяется технологической частью проекта.

Местные отсосы от оборудования для обезжиривания деталей органическими растворителями следует объединять в самостоятельные вентиляционные установки.

Для остальных гальванических процессов допускается объединение местных отсосов в общую вытяжную установку с учетом соответствующих указаний СНиП 2.04.05-86.п.4.30.

В отдельные установки следует выделять, как правило, местные отсосы от ванн для цианистых процессов, процессов хромирования и никелирования.

Обеспечение требований п.4.30. СНиП 2.04.05-86 должно подтверждаться технологами.

Технологической и электротехнической частями проекта в соответствии с требованиями санитарных норм должна быть предусмотрена блокировка технологического оборудования с действием местных отсосов, которая предотвращает работу этого оборудования при выключенной вентиляции. Блокировка должна обеспечивать:

а)отключение токоснабжения шланг ванн электролитической обработки,

б)отключение транспортных средств и механизмов с выводом обрабатываемых изделий из всех ванн,

в)включение местных отсосов перед началом технологического процесса и их работу в течение 5-10 минут после выключения технологического оборудования (блокировка должна исключать возможность технологического процесса без работы местных отсосов).

Для технологических процессов по п. 9-12 и 18 табл.3.2 следует предусматривать установку резервных вентиляторов.

В нерабочее время следует обеспечивать вентиляцию помещения цеха из расчёта ассимиляции влагоизбытков с целью защиты от разрушения строительных конструкций (предотвращение конденсации влаги). Для этого должны включаться части приточных или вытяжных установок с учетом круглосуточной работы вытяжных установок от ванн по п. 9-12 и 18 табл.3.2, если эти ванны не имеют крышек или укрытий.

Противокоррозионную защиту воздуховодов и выбор материала для неё следует принимать в соответствии с рекомендациями Госхимпроекта.

Магистральные воздуховоды, кроме воздуховодов от местных отсосов ванн с органическими растворителями, допускается прокладывать в подпольных каналах, изготовленных из кирпича или бетона. Воздуховоды в этом случае следует выполнять с противокоррозионной защитой изнутри и снаружи по рекомендациям по выбору антикоррозийной защиты воздуховодов при наличии агрессивных сред.

Уклон горизонтальных участков сети должен составлять 0,005-0,01. В нижней части участков сети необходимо предусматри-

вать сборник с устройством для спуска конденсата в канализацию. Для обеспечения возможности очистки воздуховодов на ближайших к источнику выделения вредных веществ участках (до 10 м) следует предусматривать съёмные отводы или прямики с применением быстросъёмных фланцевых соединений.

Шахты вытяжных установок должны обеспечивать, как правило, факельный выброс. Над вытяжными шахтами зонты устанавливать не рекомендуется.

Вентиляторы необходимо применять в антикоррозийном исполнении. В нижней части кожуха вентилятора должны быть предусмотрены устройства для отвода конденсата в канализацию.

Основные рекомендации по устройству вентиляции в помещениях даны в табл.7.1.

Таблица 7.1

Способы вентиляции основных помещений гальванических и травильных цехов

Наименование отделений	Вентиляция	
	вытяжная	приточная
Гальваническое, травильное и приготовления растворов	механическая с применением местных отсосов	механическая в верхнюю зону помещения
Склад хранения химикатов и развеска цианистых солей	механическая-местная от шкафов и общеобменная из нижней зоны помещения для обеспечения 3- кратного воздухообмена	механическая в верхнюю зону помещения
Машинное	общеобменная-механическая или естественная	механическая в холодный и переходный периоды года и естественная в тёплый период года
Полировальное	механическая-местная от укрытий полировальных кругов	механическая в верхнюю зону помещения

* Рециркуляция воздуха во всех отделениях, кроме машинного, не допускается.

7.2. Отопление и вентиляция кузнечных и термических цехов

К основным вредностям в кузнечных и термических цехах относятся конвективная и лучистая теплоты, выделяющаяся от горячих поверхностей печей и металла, окись углерода, сернистый газ при сжигании в печах твёрдого и жидкого топлива. В процессе ковки и штамповки в воздух помещения поступает пыль окалины с поверхности матриц, штампов и поковок. В термических цехах, кроме вышеперечисленных вредностей в воздухе присутствует цианистый водород аммиак, пары воды и масла.

Для локализации вредностей используются местные отсосы: зонты, зонты-козырьки, укрытия и бортовые отсосы. Масляные закалочные ванны оборудуют бортовыми отсосами и объединяют в самостоятельные вытяжные системы. Местные отсосы от водяных закалочных ванн не предусматриваются. Выброс воздуха системами местной вытяжной вентиляции следует принимать факельным. Местная вытяжка может быть естественная и механическая. Общеобменная вентиляция рассчитывается из условия ассимиляции теплоизбытков с последующей проверкой на разбавления выделяющихся окиси углерода, сернистого газа и цианистого водорода до ПДК. Воздухообмен следует определять для трёх периодов, так как тепловой баланс для них различен.

Для ассимиляции избыточной теплоты следует использовать аэрацию. Аэрационный воздух в тёплый период подаётся через проёмы, расположенные в нижней зоне цеха на высоте 0,3-1,8 м., с направлением потока на рабочие места; в холодный и переходный - через проёмы на высоте не ниже 4-6 м. Из верхней зоны воздух удаляется в зависимости от конструкции перекрытия через фонари, шахты или крышными вентиляторами.

Механическая приточная вентиляция чаще всего включается в работу в переходный и холодный периоды, кроме цехов, подается в рабочую зону рассеяно пристенными патрубками или панелями не ближе 2 м от рабочих мест со скоростью 1-2 м/с и температурой, определяемой по тепловоздушному балансу, но не ниже 10+12°С.

Подача воздуха приточными установками, обеспечивающая компенсацию воздуха, удаляемого местной вытяжной вентиляцией и из верхней зоны в количестве 10-15 % от производительности местных отсосов, но не менее одного объёма помещения, чаще всего определяется с учётом холодного периода года. Принятый объём необходимо проверять на растворение газовых вредностей.

Для борьбы с воздействием лучистой теплоты применяется воздуш

ное душирование рабочих мест. Согласно СНиП [19] при интенсивности лучистого потока 350 Вт/м^2 и более душирование должно осуществляться наружным воздухом, при меньшем значении - используются душирующие агрегаты стационарного, переносного или передвижного типов. Душирующие установки, использующие наружный воздух, необходимо учитывать при составлении тепловоздушных балансов. Летом для понижения температуры приточного воздуха применяется адиабатическое охлаждение.

Рекомендации по устроиству вентиляции во вспомогательных помещениях термических цехов даны в табл.7.2.

Таблица 7.2

Рекомендации по устроиству вентиляции во вспомогательных помещениях термических цехов.

Помещение	Вентиляция		
	вытяжная		приточная
	местная	общеобменная	
1	2	3	4
Отделение цианирования	механическая от агрегатов цианирования	механическая из верхней зоны. Воздухообмен из расчета ассимиляции теплоты и растворения выделений до ПДК	механическая в рабочую зону - 85%, в смежные - 15% вытяжки
Кладовая цианистых солей	механическая от шкафа для развески	механическая из нижней зоны в пятикратном объёме помещения	то же
Отделение очистки и гидрополирования	аспирация от дробомётных и гидрополировальных камер	не требуется	механическая рассеянная
Помещение установок ТВЧ	механическая от закалочных станков и агрегатов ТВЧ	механическая или естественная из верхней зоны из расчёта ассимиляции теплопоступлений	Механическая в рабочую зонув
Помещение хранения балонов для азотирования	зонт над стеллажами аммиачных баллонов	механическая из верхней зоны. Воздухообмен из условия растворения аммиака до ПДК	механическая в рабочую зону - 80%, в смежные помещения - 20% вытяжки
Помещение испарительного азотирования	не требуется	то же	то же

Продолжение таблицы 7.2

I	2	3	4
Отделение приготовления твёрдых катализаторов	местные отсосы от мельниц, бункеров, транспортеров	не требуется	механическая в верхнюю зону
Отделение установок для приготовления контролируемых атмосфер	местные отсосы от генераторов для приготовления контролируемой газовой среды и от стендов аммиачных баллонов	механическая из верхней зоны трёхкратная	То же

7.3. Отопление и вентиляция механосборочных цехов

Работа оборудования механических цехов - токарных, фрезерных, сверлильных, заточных, шлифовальных и других типов станков - сопровождается выделением теплоты, влаги и пыли. Источниками теплопоступлений являются также люди, искуственное освещение, солнечная радиация. для ассимиляции теплоты используются механическая или естественная приточно-вытяжная вентиляция с подачей воздуха через оконные фрамуги и удалением через вытяжные фонари, шахты или крышные вентиляторы в одноэтажных и низких зданиях.

Удаление пыли осуществляется местными отсосами в виде кожухов и отсасывающих воронок. Отельностоящие заточные станки при периодической работе оборудуются индивидуальными обеспыливающими агрегатами ЗИЛ-900, ПА2-12, ПАЗ-12, А32-12. При групповом расположении станков очистка воздуха от пыли перед выбросом в атмосферу должна быть централизованной.

Механическую приточную вентиляцию в сочетании с местными отсосами устраивают в цехах, где при работе станков применяют эмульсии, а также в случаях, когда объём помещения, приходящийся на одного рабочего, меньше 40 $м^3$. Если кратность воздухообмена не превышает единицы, допускается неорганизованный приток в холодный период года. Если объём помещения на одного работающего меньше 20 $м^3$, необходимо обеспечить воздухообмен не менее 30 $м^3/ч$, при объёме помещения 20...40 $м^3$ - не менее 20$м^3/ч$.

В цехах небольшой высоты (до 6 м) целесообразно устраивать рассредоточенную подачу воздуха в верхнюю зону воздуховодами

равномерной раздачи или плафонами. В цехах большой высоты и с широкими пролётами воздухораспределительные устройства следует устанавливать на высоте не более 4 м от пола с подачей воздуха горизонтальными струями или на высоте не более 6 м, тогда струи направляют вертикально вниз. Рекомендуется также приточный воздухораспределитель тепла НРВ.

В станочных и слесарно-сварочных отделениях с постоянным режимом работы приточный воздух необходимо подавать в рабочую зону рассредоточенно расположенными пристенными или панельными воздухораспределителями, в заточных отделениях - в верхнюю зону воздуховодами равномерной раздачи или плафонами с небольшими скоростями истечения.

При объёме помещения, превышающем 3000 м^3, как правило, рекомендуется проектировать воздушное отопление, совмещённое с вентиляцией. Размещение нагревательных приборов, рассчитанных на дежурное отопление, следует предусматривать в том случае, когда постоянные рабочие места находятся на расстоянии 2 м и менее от окон в наружных стенах.

Дежурное отопление (в нерабочее время) устраивают также переключением приточной установки на рециркуляционный режим или используются отопительно-рециркуляционные агрегаты типа А02, АОД2, АОУ2, за исключением помещений, в которых выделяются вредные вещества первого и второго классов опасности.

Выбор способа отопления определяется технико-экономическим расчётом. Воздухообмен, создаваемый агрегатами, должен быть не менее I...I,2-кратным, минимальное количество агрегатов - два.

8. РАСЧЁТ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ МЕСТНОЙ ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

8.I. Бортовые отсосы.

Для локализации высокотоксичных вредных веществ, выделяющихся от большинства ванн травления и гальванопокрытий, устраиваются бортовые отсосы: однобортовые и двубортовые обычного типа - с вертикальной щелью всасывания и опрокинутые - с горизонтальной щелью всасывания (рис.8.I). Для уменьшения расходов воздуха в отсосах открытого типа и снижения влияния посторонних токов воздуха в помещении применяются передувки. Устройство передувки на ваннах шириной В 600 мм, оснащённых однобортовыми отсосами обя-

зательно.

Обычно следует устраивать двубортовые отсосы, требующие меньшего расхода вентиляционного воздуха, со щелью всасывания в горизонтальной плоскости (опрокинутые). Опрокинутые отсосы больше прижимают потоки воздуха к поверхности раствора, меньше захватывают отработанного воздуха из помещения и больше загрязнён ро вредными парами воздуха с поверхности ванны, чем обычные отсосы.

Нормализованные ванны шириной до 1200 мм оснащаются типовыми местными отсосами, секция которых приведены на рис.8.2.

Основные размеры секции бортового отсоса представлены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Основные размеры секции бортового отсоса, мм

Длина щели или бортового отсоса	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Длина присоединительного патрубка	240	240	240	320	320	400	400	500	500

Отсосы следует располагать по длинному борту ванны. На ванны длиной более 1200 мм следует устанавливать несколько секций отсосов. В том случае, если конструкция ненормализованных ванн не позволяет применить опрокинутые отсосы, допускается установка отсосов со щелью всасывания в вертикальной плоскости.

Выбор типа отсоса определяется местными условиями гальванического отделения и технико-экономическими расчётами.

Объёмы воздуха, удаляемого от ванн бортовыми отсосами, зависят от вида отсоса, температуры раствора, расстояния от верхней кромки ванны до зеркала раствора, от допускаемой высоты слоя загрязнённого воздуха над бортом ванны при действии отсоса.

Высота слоя загрязнённого воздуха под бортом ванны принимается для ванн хромирования 40-50 мм; для ванн меднения, лужения, кадмирования 80-100 мм; для ванн обезжиривания, фосфатирования, - 160-200 мм. При такой высоте слоя загрязнённого слоя воздуха подвижность воздуха в помещении в пределах 0,3-0,4 м/с не оказывает влияния на работу бортовых отсосов.

Расход воздуха, удаляемого бортовыми отсосами, определяется по формуле

$$L = L_0 \cdot K_{\Delta t} \cdot K_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \quad м^3/ч, \qquad (8.1)$$

Для отсосов без передувки с целью всасывания в горизонтальной или вертикальной плоскости (рис.8.1 а,б,в,г,)

$$\mathcal{L}_o = 1400\left(0{,}53\,\frac{B_p\,\ell}{B_p+\ell} + H_p\right)^{1/3} \cdot B_p \cdot \ell \quad , \qquad (8.2)$$

Для отсосов с передувкой с целью всасывания в горизонтальной плоскости (рис. 8.I д,е)

$$\mathcal{L}_o = 1200\,B_p^{3/2} \cdot \ell \quad , \qquad (8.3)$$

Расход воздуха для передувки определяется по формуле

$$\mathcal{L}_n = 60\,B_p \cdot \ell \cdot K_{\Delta t} \quad , \qquad (8.4)$$

Здесь приняты следующие условные обозначения:

B_p - расчетная ширина ванны, м, для двубортовых отсосов принимается равной расстоянию между кромками отсосов, для однобортовых отсосов - расстояние между кромкой отсоса и бортом ванны или осью воздухоподающей трубы для отсосов с поддувом;

ℓ - длина ванны, м;

H_p - расчетное расстояние от зеркала электролита до оси щели, м;

K_T - коэффициент учета токсичности выделяющихся с поверхности раствора в ванне вредных веществ, принимаемых для отсосов без передувки по табл.3.2, для отсосов с передувкой при всех технологических процессах $K_T = I$;

$K_{\Delta t}$ - коэффициент учета температуры электролита, следует принимать по табл.8.2;

K_I - коэффициент учета конструкции отсоса;

K_2 - коэффициент, учитывающий наличие воздушного перемешивания

K_3 - коэффициент, учитывающий укрытие зеркала раствора плавающими телами (шарики, линзы -);

K_4 - коэффициент, учитывающий укрытие зеркала раствора пенным слоем путем введения добавок ПАВ. Значение коэффициентов K_I, K_2, K_3, K_4 принимается по табл.8.3.

Таблица 8.2

Коэффициент $K_{\Delta t}$ учета температуры электролита

Разность температур раствора и воздуха, °С	Отсосы без передувки	Отсосы с передувкой	Разность температур раствора и воздуха, °С	Отсосы без передувки	Отсосы с передувкой
0	I,0	I,0	45	I,7I	I,I35

Продолжение таблицы 8.2

1	2	3	4	5	6
5	I,08	I,015	50	I,79	I,15
I0	I,16	I,03	55	I,86	I,165
I5	I,24	I,045	60	I,94	I,18
20	I,3I	I,06	65	2,02	I,195
25 мс	I,39	I,075	70	2,I0	I,2I
30	I,47	I,09	75	2,I8	I,225
40	I,63	I,I2			

Таблица 8.3

Значения расчётных коэффициентов K_1, K_2, K_3, K_4

Коэффициент	Тип	Отсос без передувки	Отсос с передувкой
K_1	Однобортовой	I,8	I,0
	Двубортовой	I,0	0,7
K_2	то же	I,2	I,0
K_3	то же	0,75	I,0
K_4	то же	0,5	I,0

Расходы воздуха L_o и L_n, подсчитанные для нормализованных ванн при H_p=0,I5 м; K_{dt}=I, K_T-I, приведены в таблице 8.4.

Коэффициент местного сопротивления секции отсоса, отнесенный к скорости в поджатом сечении (0,05 х м), при открытом положении дросель - клапана (рис.8.2) ζ=3.

Материал секции отсосов: углеродистая сталь для ванн с неагрессивными растворами (щелочными, цианистыми и т.п.) или пропилен для ванн с растворами агрессивных кислот и солей. При температуре среды до 70-80°С для бортовых отсосов и воздуховодов рекомендуется к применению винипласт. При особо агрессивных растворах вся система от укрытия ванны до трубы, через которую выбрасывается в атмосферу отработанный воздух, должна защищаться кислотостойкой изоляцией или выполняться из полимеров, стойких к агрессивным средам.

Для предотвращения выделения паров кислоты и воды в помещение, ванны укрываются плотно пригнанными крышками сферической формы. Торцы укрытий соединяются между собой фланцами. На каждой ванне устраивают по два патрубка для отсоса воздушно-паровой смеси из-под укрытия.

В качестве примера на рис.8.3 показан поперечный разрез ук-

рытия ванны травильного агрегата с раствором соляной кислоты с отсосом газов, выделяющихся из неплотностей укрытия в торцах агрегата. Система вентиляции обеспечивает создание разрежения, препятствующего выделению паров кислоты в окружающую среду.

Таблица 8.4.

Значения L_o и L_n для нормализованных ванн, оснащённых новой конструкцией местных отсосов.

Размер ванн в плане В х ℓ, мм	L_o, м³/ч			L_n, м³/ч
	без передувки	с передувкой		
	двубортовой	двубортовой	одноборто-вой	
I	2	3	4	5
450x600	260	-	200	20
450xII00	360	-	275	30
450xI500	500	-	375	40
450x2200	730	-	550	55
500xII00	420	-	335	30
500xI500	580	-	455	45
550x600	250	-	280	20
600xII00	540	-	470	40
600xI500	740	-	640	50
600x2200	~~II60~~	-	940	75
700xII00	660	-	615	45
700xI500	910	-	840	60
700x2200	I350	-	I230	90
800x560	380	-	395	30
800x760	530	-	535	35
I000xI500	I450	I090	I540	90
I000x2200	2180	I600	2260	I30
II00x560	550	475	670	40
II00x760	780	645	910	50
I200xII00	I320	I080	I530	80
I200xI500	I860	I475	2090	I05
I200x2200	2760	2I55	3060	I55
700x800	480	-	450	35

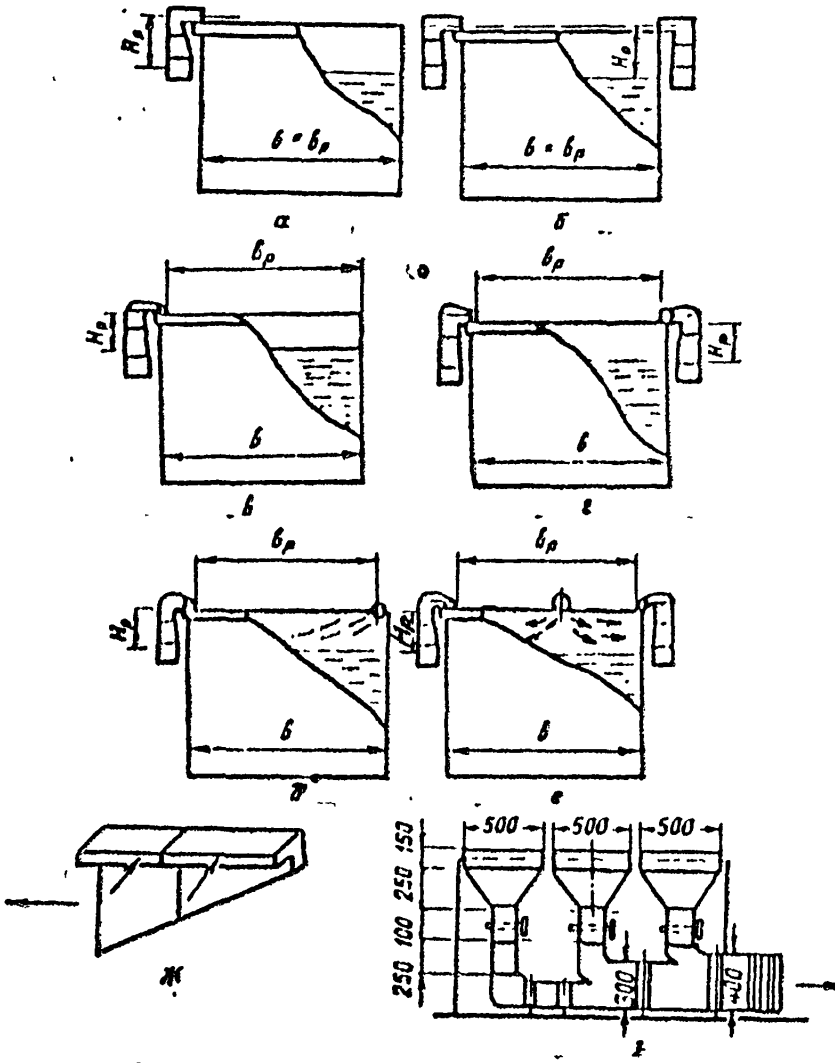


Рис.8.I.Бортовые отсосы: а -однобортовой с вертикальной щелью всасывания, обычный; б -двубортовой с вертикальной щелью всасывания; в -однобортовой с горизонтальной щелью всасывания, опрокинутый; двубортовой с горизонтальной щелью всасывания; д -однобортовой с поддувом; е -двубортовой с поддувом; ж -оплошной; з - вакционный

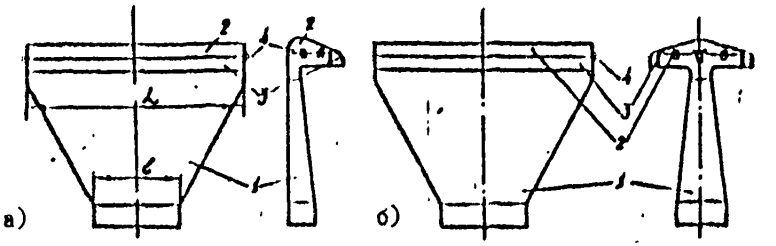


Рис. 8.2 Секция одностороннего (а) и двустороннего (б) бортового отсоса
1 - корпус; 2 - съемная крышка;
3 - козырек; 4 - клапан

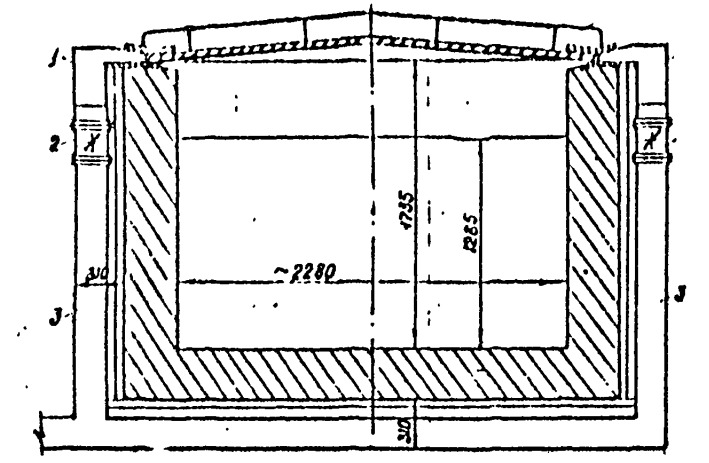


Рис. 8.3 Укрытие ванны непрерывного травильного агрегата с раствором соляной кислоты
1 -бортовой отсос; 2 - клапан;
3 -воздуховоды; 4 - укрытие ванны

Количество удаляемого воздуха от полностью укрытых ванн и агрегатов следует определять по скорости всасывания воздуха в открытых проёмах или неплотностях (щелях): для холодных растворов ($t < 50^{0}C$) - 0,7 м/с, для нагретых - 1 м/с.

В зависимости от герметизации ванн расход воздуха можно принимать 500-600 $м^3/м^2 \cdot ч$ для ванн с кислотным раствором, а для ванн со щелочным раствором и горячей водой расход воздуха принимается в 2 раза меньше.

Для ванн, оборудованных крышками, постоянно перекрывающими зеркало раствора наполовину ширины ванны, расчётное количество воздуха, определяемое по формулам 8.1-8.4, необходимо уменьшить на 30 %.

На крышках, перекрывающих менее половины ширины ванн, уменьшение количества удаляемого воздуха не допускается.

Для ванн круглой формы применяются кольцевые бортовые отсосы, выполненные в виде сплошной щели, располагаемой по периметру ванны. Применение таких отсосов сокращает расход вентиляционного воздуха. Расчёт кольцевых отсосов рекомендуется производить по формулам 11.13-11.16, приведённым в [21].

В настоящее время у травильных ванн устраиваются активированные бортовые отсосы с передувкой (рис.8.4).

Бортовой отсос активирует приточной струёй, вытекающей из щели у борта ванны, противоположного борту со щелью отсоса.

Эффективность улавливания выделяющихся вредностей возможна только в случае, если расстояние от зеркала до верхнего края ванны достаточно для размещения пакета травленного материала (труб или листов), когда он выдерживается над зеркалом для удаления с него раствора.

Ширина приточной щели принимается в пределах $b_o = 0,01 \div 0,03$, а щели местного отсоса $A \geq 0,05$ м.

Для предотвращения подтекания воздуха к струе с боков торцевые стенки ванны поднимаются на высоту

$$h_1 = 0,1 + 0,22 \cdot B \qquad (8.5)$$

Высота расположения приточных щелей от зеркала раствора равна

$$h_2 = h + 0,5 \cdot b_o + 0,2\ B \qquad (8.6)$$

Расход приточного и отсасываемого воздуха следует определять по формулам 11.32, 11.34, приведенным в [25]. Во избежание

образования волн на поверхности раствора скорость выхода приточного воздуха при активированных отсосах у ванн принимают не более 10 м/с.

8.2. Вытяжные шкафы

Вытяжные шкафы устраиваются в гальванических и травильных отделениях как укрытия столов для обезжиривания или травления мелких деталей, а также в помещении склада хранения химикатов и развески цианистых солей. Представляют собой укрытия, изолирующие источники вредных выделений и имеющие рабочий проём. Различают шкафы с верхним, нижним и комбинированным (нижним и верхним) удалением воздуха [21,25] - в зависимости от плотности удаляемых газов и технологических операций гальванической обработки металла в шкафу.

Объём воздуха, удаляемого из шкафа при отсутствии в укрытии источников тепловыделений, определяется по формуле

$$L_x = 3600 \cdot v_0 \cdot F, \qquad (8.7)$$

а при наличии в шкафу источников тепловыделений

$$L_т = 75\sqrt[3]{Q \cdot F^2 H}, \qquad (8.8)$$

где v_0 - средняя скорость всасывания в рабочем проёме укрытия м/с, принимается по таблице 8.5.,

F - площадь рабочего проёма шкафа, $м^2$,

H - высота рабочего проёма, м,

Q - количество тепловыделений в шкафу, направляющих воздух в укрытии, кДж/ч, ориентировочно принимается равным 50÷70 % от поступающего тепла.

Таблица 8.5

Рекомендуемые скорости всасывания воздуха в проёмы шкафов

Операции, выполняемые в шкафу	Вредные выделения	Часть проёма через которую проходит выбивание вредных выделений	Рекомендуемая скорость всасывания м/с
I	2	3	4
Кадмирование цианистое или серебрение	пары синильной кислоты	весь проём	I ÷ I,5

Продолжение таблицы 8.5

I	2	3	4
Меднение цианистое	То же	то же	I+I,5
Обезжиривание:			
бензином	бензин	нижняя	0,5
хлорированными углеводородами	пары хлорированных углеводородов	то же	0,7
электролитическое	туман щелочей	верхняя	0,3+0,5
Свинцевание	Свинец	весь проём	1,5
Травление:			
азотной кислотой	пары кислоты и окислы азота	То же	0,7+I
соляной кислотой	пары и туман кислоты	То же	0,5+0,7
Хромирование	хромовый туман, ангидрит хромовой кислоты	То же	I+I,5
Цинкование цианистое	пары синильной кислоты	То же	I+I,5

8.3. Кожухи - воздухоприёмники

После нанесения защитных покрытий изделия полируют на матерчатых и войлочных кругах с абразивной обмазкой. Для улавливания пыли в полировальном отделении предусматривается местная вытяжная вентиляция с удалением воздуха от кожухов полировальных кругов (рис. 8.5).

Кожухи - воздухоприёмники выполняют из листовой стали толщиной 2+3,5 мм. Кожух должен иметь рабочее отверстие минимально возможных размеров по условиям производства с козырьком, препятствующим выбиванию пыли, увлекаемой кругом при вращении.

Расход воздуха, отсасываемого от кожухов станков с сухими кругами в общем виде определяется по формуле

$$L_{к_I} = 3600 \cdot V_0 \cdot F \qquad (8.8)$$

где F - площадь живого сечения рабочего отверстия кожуха, $м^2$;

V_0 - скорость в воздухоприёмном отверстии, м/с.

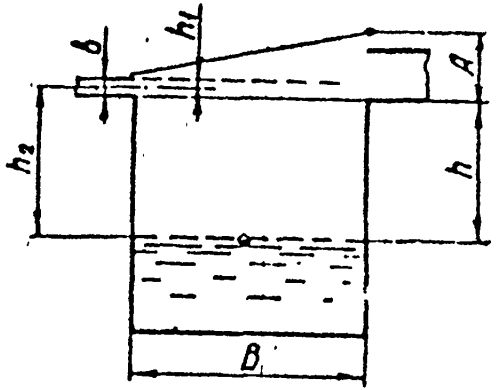


Рис.6.4 Расчетная схема вентиляции травильной ванны с применением активированного бортового отсоса.

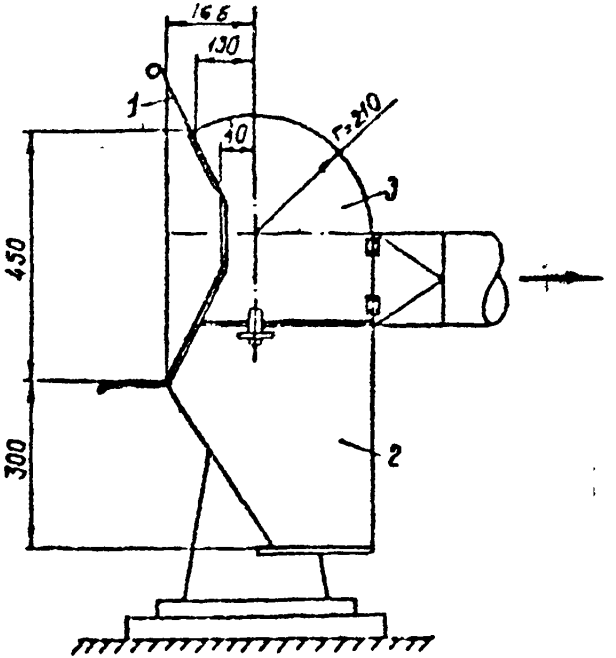
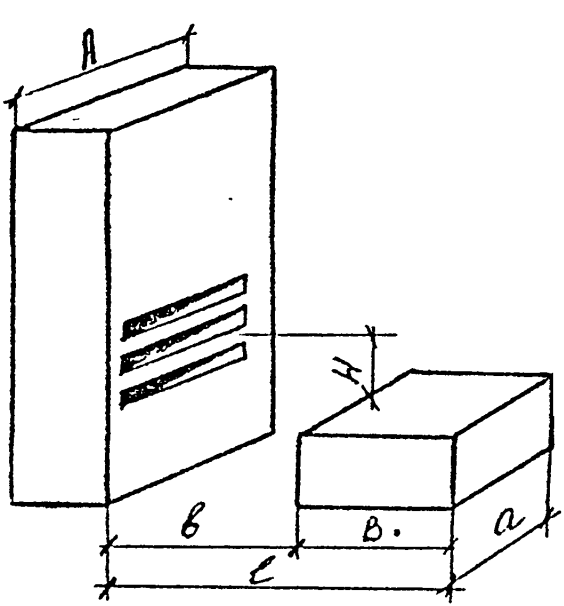


Рис.6.5 Схема кожуха для полировального круга.
1- козырек,2- ящик для сбора крупной пыли,
/- откидная стенка.

а)



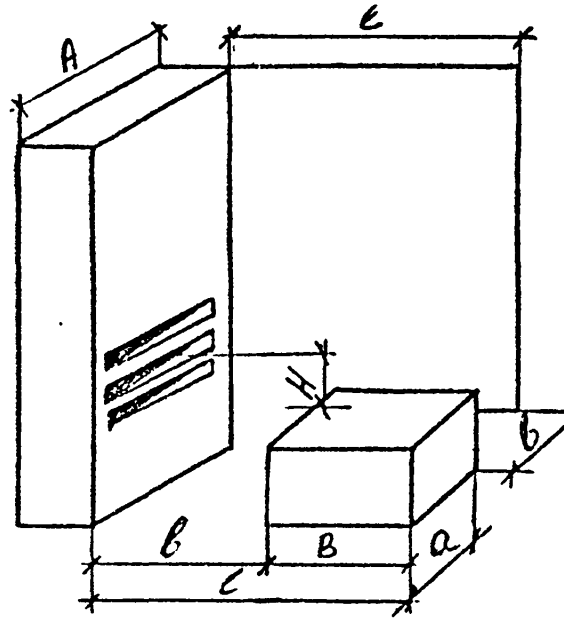


Рис.8.6. а,б.

б)

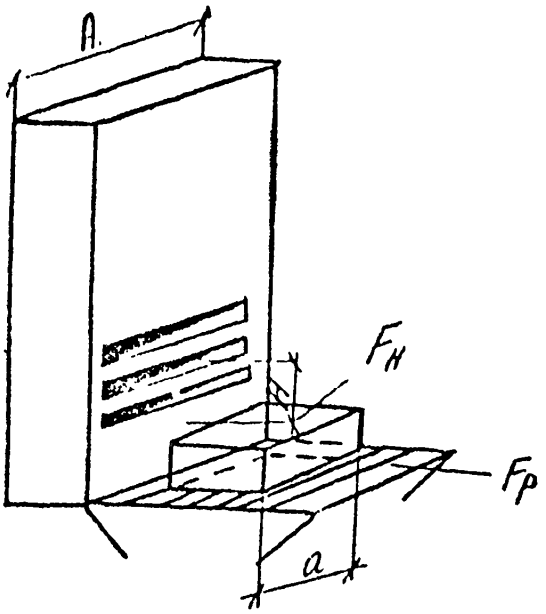


Рис.8.6. Схемы отсасывающих панелей:
а - односторонней
б - с экраном
в - комбинированной с отсосом в сторону и вниз.

Для полировальных станков с войлочными кругами расход отсасываемого воздуха равен:

$$L_{к_2} = 4d \qquad (8.9)$$

а для полировальных кругов с матерчатыми кругами

$$L_{к_3} \simeq 6d \qquad (8.10)$$

Объём воздуха по формуле 8.8 определяется из условия создания следующих скоростей в открытом сечении кожуха v_0: для войлочных кругов - 3 м/с, но не более 4 м^3/ч на 1 мм диаметра круга; для матерчатых кругов - 4 м/с, но не более 6 м^3/ч на 1 мм диаметра круга.

В дальнейшем расчете принимается большее из значений по формулам 8.8, 8.9 или 8.10.

Для очистки воздуха, удаляемого из полировальных кругов, рекомендуется применять сетчатые фильтры.

8.4. Отсасывающие панели

Отсасывающие панели используют для удаления увлекаемых тепловыми струями вредных веществ, когда более полное укрытие источников вредных выделений невозможно по условиям производства. Нижнюю кромку всасывающих отверстий панели располагают на уровне верха источников тепла. Панели размещают сбоку от источника вредных выделений вертикально на расстоянии от $b = 0$ до b или наклонно - с нависанием над ним. Длина панели А составляет 1,2 а. Расход воздуха, удаляемого панелью, м^3/ч

$$L = c \cdot Q_к^{1/3} (H + B)^{5/3}, \qquad (8.11)$$

где с - коэффициент пропорциональности, зависящий от конструкции панели и её расположения относительно источника тепла,

$Q_к$ - количество конвективного тепла, выделяемого источником кДж/ч,

Н - расстояние от верхней плоскости источника до центра всасывающих отверстий панели, м,

В - ширина источника, м.

Коэффициент С для панели без экрана (рис.8.6, а)

$$C = 240\left(\frac{\ell}{H+B}\right)^{2/3}, \qquad (8.12)$$

для панели с экраном (рис.8.6, б)

$$C = 240\left(\frac{\ell}{H+B}\right)^{1/2}\cdot m \qquad (8.13)$$

где m - коэффициент, зависящий от относительного расстояния между источником и экраном

ℓ/B	0 (вплотную)	0,3	I	>I
m	I	I,5	I,8	2

Для удаления теплового потока, содержащего не только газы, но и крупную дисперсную пыль, более эффективно применение комбинированной панели с отсосом 60% удаляемого воздуха в сторону и 40% удаляемого воздуха вниз (рис.8.6, в). При этом общий расход удаляемого воздуха вычисляют по формуле (8.11) с коэффициентом

$$C = 1170\,\frac{F_u}{F_p}\left(\frac{F_u}{F_p}-1\right)+650, \qquad (8.14)$$

где F_u - площадь изделия (источника вредных выделений), устанавливаемого на решетку, $м^2$;

F_p - площадь решетки, $м^2$.

Ширина отсасывающей боковой панели, примененной при выбивке литья из песчаных форм и стержней, из отливок должна соответствовать ширине изделий. Нижнюю кромку отсасывающих отверстий располагают на уровне верха опоки, а высоту панели принимают больше высоты изделия не ниже, чем на его ширину. Площадь всасывающих отверстий должна составить 2/3 площади панели.

Расход отсасываемого воздуха определяют по формуле (8.II), а при отсутствии данных для такого расчета по табл. 8.6.

Таблица 8.6

Расход воздуха, удаляемого панельными отсосами от выбивных решеток

Характеристика решётки			Расход удаляемого в-ха, м³/ч при темпер.отливок, °С	
размер (длина и ширина), мм	грузоподъемность, тс	размер опок в панели, мм	200	200
I400xI200	I,5	I300xII00	8500	I0000
I570x 970	I,6	I400x 800	7600	9000
I600xI600	I0	I400xI000	I3000	I5000
I800xI400	I0	I400xI200	I2000	I5000
I800xI650	2,5	I400xI200	I5000	I8000

8.5. Местные отсосы от агрегатов автоматической и полуавтоматической сварки под слоем флюса

Аэрозоли, образующиеся при сварке под слоем флюса, удаляются щелевидными местными отсосами, располагаемыми непосредственно у мест сварки на высоте не более 50 мм. Длины щели местного отсоса над сварочным швом рекомендуется принимать в пределах 250-350мм.

Количество воздуха, удаляемого местными отсосами определяется по формуле

$$L = I2 + I6\sqrt[3]{a} \qquad (8.I5)$$

где a - сила сварочного тока в а,

коэффициент I2 принимается для одностороннего щелевого отсоса

коэффициент I6 - при двух отсосах, располагаемых спереди и сзади сварочного трактора.

Количество пыли и газов, г, выделяющихся на I кг наплавленного металла приведено в табл. 8.7.

Таблица 8.7

Количество пыли и газов г, выделяющихся на I кг наплавленного металла

Флюс	Сила тока в а	Количество, г/кг				
		газа			пыли	
		фтористый водород	окись углерода, CO	окислы азота N_2O	$MnO + MnO_2$	SiO_2
ОСЦ-45..	750	0,I03	I,47	0,006	0,03	0,054
АК-348А.	750	0,086	0,7I	0,00I	0,024	0,05
ФЦ-7...	750(при работе 2 головками)	0,044	не исслед	0,003	0,007	0,05
ФЦЛ-2..	450	0,080	0,945	0,005	-	0,05
ФЦ-9...	750	0,033	0,940	0,005	0,007	0,05
ФЦ-6	570	0,033	0,575	не исследован	0,007	0,05

Общая запылённость для ОСЦ-45-0,I5 г/кг.

Количество воздуха, удаляемого местными отсосами от различных агрегатов автоматической и полуавтоматической сварки под слоем флюса, приведено в табл 8.8.

Таблица 8.8

Количество воздуха, удаляемого местными отсосами от различных агрегатов автоматической и полуавтоматической сварки под слоем флюса

Наименование сварочного аппарата	Количество отсасываемого воздуха, $м^3/ч$ при силе сварочного тока а				Отсасывающий патрубок		
	200	300	I000	I500	размеры отсосов, мм	площадь попер. сечен., мм	скорость, м/сек
I	2	3	4	5	6	7	8
Универсальный сварочный аппарат АБС	80	II0	I40	I60	83	0,005	4,5-8,9
Сварочная головка САГ-4	80	II0	I40	I60	83	0,005	4;5-8,9
Сварочный трактор ТС-I7-М-У при нормальном положении и при сварке наклонным электродом	80	II0	I40	I60	I00x30	0,003	3,7-7,4

Продолжение таблицы 6.8

I	2	3	4	5	6	7	8
Сварочн й трактор ТС-30	70	95	I20	I40	75xI,5	0,0042	4,6-9,3
Сварочный трактор АДС-1000-2	90	I20	I55	I80	I00x30	0,005	4,I-8,2
То же АДС-500	60	II0	I40	I60	70x60	0,0056	4,0-8,0
--//--АДСД-500	90	I20	I55	I80	70x60	0,0056	4,5-9,0
--//--АДШМ-500	60	II0	I40	I60	70x60	0,0056	4,0-8,9
-/- УТ-I250,УТ-I500, УТ-200	90	I20	I55	I80	I00x30	0,005	4,I-8,2
Полуавтоматические головки ПШ-5-/, ДШ-I4, АДШМ-500	70	95	I20	I40	75	0,0042	4,6-9,8

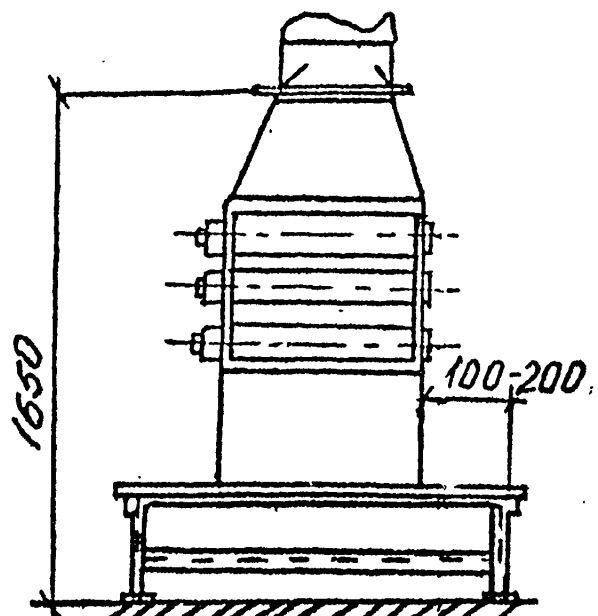
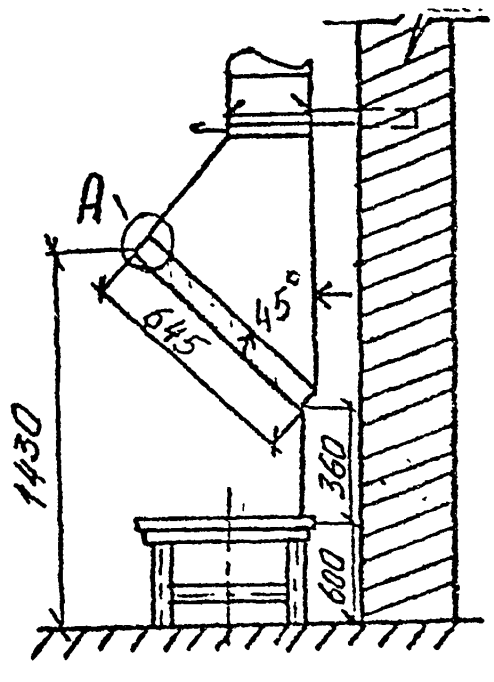


Рис. 8.7. Схема установки отсасывающей панели

а) вид сфронта

б) вид сбоку и узел А (см.стр.96)



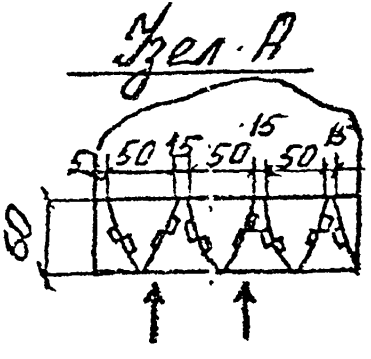


Рис. 8.7 , б)

Приведенные в табл.8.8 значения количества отсасываемого воздуха могут обеспечить хороший эффект при приближении отсасывающих воронок к месту сварки не более чем на 50 мм, при невозможности максимального приближения воронок количества отсасываемого воздуха должны быть увеличены.

(8I.5)

8.6. Зонты и зонты-козырьки.

Зонт-козырек над загрузочным отверстием печи предназначен для улавливания потока газов, выходящего из отверстия под влиянием избыточного давления в ней. Размеры всасывающего отверстия должны соответствовать размерам выбивающейся струи с учетом её искривления

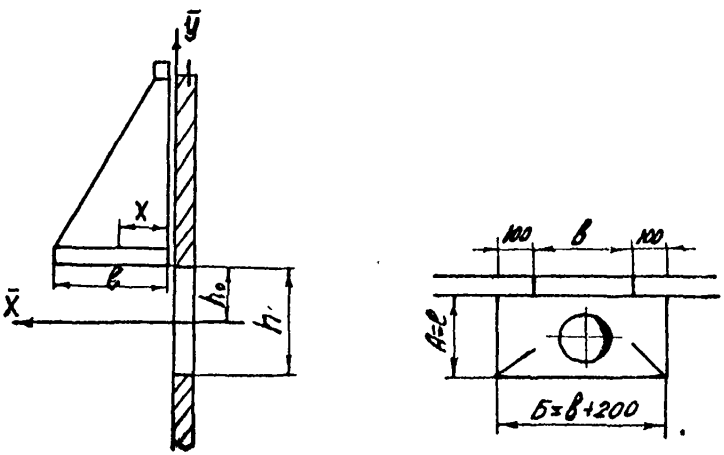


Рис.8.8 Зонт-козырёк

под действием гравитационных сил (рис.8.8).

Последовательность расчёта следующая:

I. Средняя скорость выбивающихся газов из загрузочного приёма печи

$$v_г = M\sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_г}}, \qquad (8.16)$$

где M – коэффициент расхода, 0,65; Δp – избыточное давление в печи, $\Delta p = 9{,}81\, h_0(\rho_{в.з.} - \rho_г)$, h_0 – половина высоты загрузочного отверстия, м, $\rho_г$ – плотность воздуха рабочей зоны и газов выхля-

щих из печи, кг/м^3.

2. Расход газов, выходящих из загрузочного проёма печи

$$\mathcal{Z}_г = \upsilon_г \cdot f_o \,, \qquad (8.17)$$

где f_o - площадь загрузочного отверстия печи, м^2.

3. Критерий Архимеда

$$Ar = \frac{9.81 d_{экв}}{\upsilon_г^2} \times \frac{T_г - T_{р.з.}}{T_г} \,, \qquad (8.18)$$

где $d_{экв} = 1,13\sqrt{f_o}$ - эквивалентный по площади диаметр загрузочного проёма, м; $T_г, T_{р.з.}$ - температура газов в печи и воздуха рабочей зоны, К.

4. Расстояние, на котором ось потока газов, искривлённого под действием гравитационных сил, достигает плоскости всасывающего отверстия зонта

$$X = \sqrt[3]{h_o m^2 d_{экв}^2 / 0,63 n \cdot Ar} \qquad (8.19)$$

где m, n - коэффициенты измерения скорости и температуры. При h/B - 0,5+1, принимаются $m = 5$ и $n = 4,2$.

5. Диаметр потока газов на расстоянии x при $0,5 \leq h/B < 2$

$$d_x = d_{экв} + 0,44X \qquad (8.20)$$

6. Минимальный вылет (длина) зонта от загрузочного отверстия

$$\ell = X + 0,5 d_x \qquad (8.21а)$$

и его ширина

$$Б = B + (150 \div 200) \cdot \qquad (8.21б)$$

7. Расход смеси выбивающихся из печи газов и воздуха, подсасываемого из помещения,

$$\mathcal{Z}_x = \mathcal{Z}_г + \left[0,085 \frac{X}{d_{экв}} + 0.0014 \left(\frac{X}{d_{экв}}\right)^2\right] \mathcal{Z}_г \sqrt{\frac{T_{р.з}}{T_г}} \qquad (8.22)$$

8. Расход воздуха, подсасываемого из помещения,

$$\mathcal{Z}_{р.з} = \mathcal{Z}_x - \mathcal{Z}_г \qquad (8.23)$$

9. Температура газовоздушной смеси

$$t_{см} = \frac{G_г \cdot t_г + G_{р.з.} t_{р.з}}{G_г + G_{р.з.}} \,, \qquad (8.24)$$

где $G_г = Z_г \gamma_г$; $G_{р.з} = Z_{р.з} \gamma_{р.з}$ - весовой расход газов и воздуха кг/с.

Примечание: температура смеси при естественной тяге должна быть $\leqslant 300^{\circ}C$, а при искусственной тяге $\leqslant 80^{\circ}C$. Если найденная температура превышает рекомендуемую, объем воздуха, подсасываемого под зонт, определяется по формуле

$$G_{р.з} = \frac{G_г (t_г - t_{см})}{t_{см} - t_{р.з}} \qquad (8.25)$$

8.7. Местные отсосы от кузнечных печей и горнов

Часто кузнечное оборудование (печи, горны и другие агрегаты) поставляются с местными отсосами. Тогда характеристиках принимается по паспортным данным.

На рисунке 8.9 приведена конструкция очковой кузнечной печи с местным отсосом, а в табл. 8.9 даны её характеристики.

Таблица 8.9

Характеристика очковой кузнечной печи

Основные показатели	Вид сжигаемого топлива: мазут	генераторный газ	природный газ
Производительноть по металлу, кг/час	75	75	80
Расход топлива в печи, кг/час	7	43	8
Температура в печи, $^{\circ}C$	1300	1300	1300
Расчётные данные по местным отсосам			
Кол-во газов, выходящих из печи кг/час	123	134	113
Кол-во подсасываемого воздуха кг/час	1740	1890	1600
Кол-во отсасываемой смеси кг/час	1863	2024	1713
Температура смеси в зонте, $^{\circ}C$	100	100	100
Общее живое сечение щелей зонта, $м^2$	0,65	0,65	0,65
Средняя скорость воздуха, в щелях в м/с	0,8	0,85	0,75
Общие тепловыделения (печью и металлом) в цехах, кДж/час	11870	102240	107260

На рис.8.10 изображены зонты конструкции МИОТ для кузнечных горнов на один и два огня, а в табл. 8.10 приведены их характеристики необходимые для расчёта вентиляции.

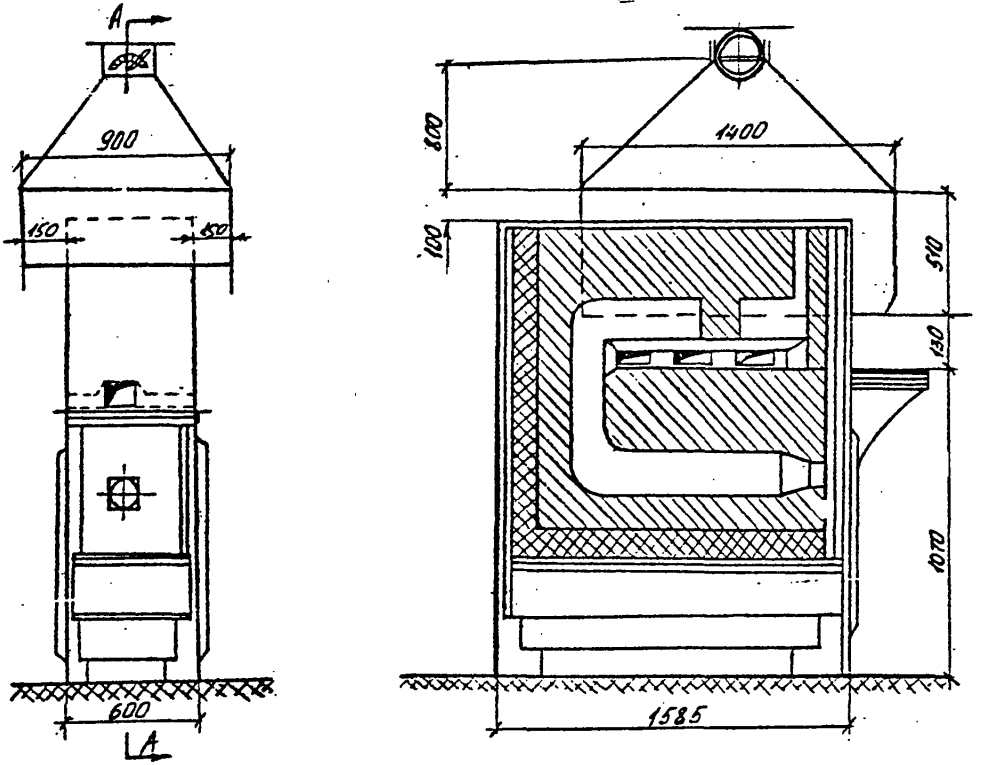


Рис. 8.9. Местный отсос от кузнечной печи на жидком и газообразном топливе.

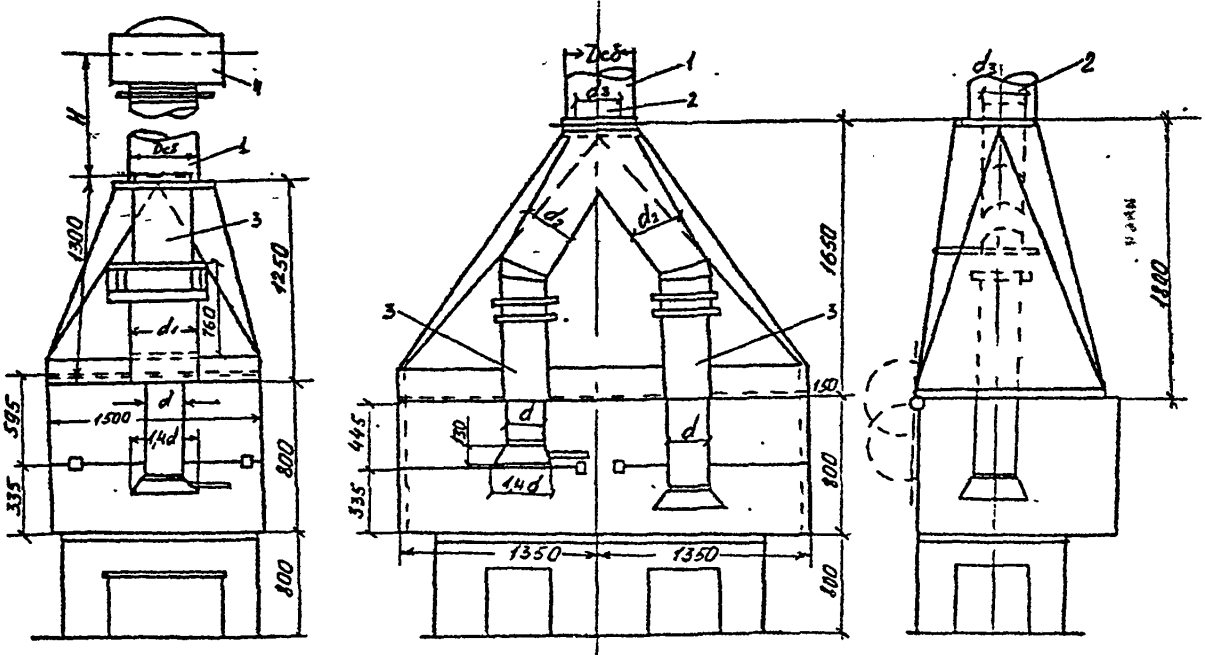


Рис 8.10. Зонт конструкции МНОТ для кузнечных горнов.

а) на один огонь

б) на 2 огня

1- сборная труба

2- общая центральная труба

3- центральные трубы

4- дефлектор

Таблица 8.I0

Количество удаляемого воздуха и диаметры труб зонтов, устанавливаемых над кузнечными горнами

Высота H, м	диаметры сборной и центральной труб в зависимости от высоты, мм: при одном огне		при двух огнях		Количество сжигаемого топлива, кг ($Q^н_р$=28000 кДж/кг)	Количество удаляемого воздуха и температура смеси газов в зависимости от количества сжигаемого топлива: при одном огне		при двух огнях		% тепла поступающего в помещение
	сб		сб			$L_б$, м³/час	$t_{см}$, °С	$L_б$, м³/час	$t_{см}$, °С	
4	520	380	720	500	4	2100	56	2700	52	I4
5	500	370	685	485	5	2250	62	2500	55	I5
6	485	365	670	480						
7	470	360	630	470	6	2400	68	2900	58	I6
8	460	355	640	465						
9	455	350	625	460	7	2500	72	3200	60	I7
I0	450	350	620	450	8	2500	78	3500	62	I8
II	440	345	6I0	445	9	2600	85	3700	65	I9
I2	440	345	600	440	I0	2600	90	3800	67	20
I3	435	340	569	435						
I4	430	340	590	430	II	2600	95	4000	69	2I
I5	425	340	585	425	I2	2600	I00	4I00	70	22
I6	425	340	580	425	I3	2700	I05	4200	72	23
I7	420	330	580	425	I4	2700	II0	4300	75	24
I8	420	330	575	420	I5	2700	II5	4400	78	25
I9	4I8	330	570	4I5						
20	4I8	330	570	4I5	I6	2700	I22	4500	80	25
2I	4I5	330	565	4I5	I7	-	-	4550	82	26
22	4I0	325	560	4I0	I8	-	-	4600	84	27
23	405	325	560	4I0	I9	-	-	4650	86	26
24	465	325	560	4I0	20	-	-	4650	89	29

9. ВЕНТИЛЯЦИОННЫЙ БАЛАНС

9.1. Локализация вредных выделений и определение расходов воздуха местными вытяжными устройствами

Как уже указывалось выше различные технологические процессы сопровождаются выделением вредных веществ и теплоты. При этом существенное значение придается их локализации.

Так основными вредными выделениями в кузнечных цехах являются окись углерода, сернистый газ и избытки теплоты. Для их локализации у загрузочно-разгрузочных отверстий печей, работающих на жидком или газообразном топливе устанавливают зонты, зонты-козырьки. Расчет объемов воздуха, удаляемого различного типа зонтами проводят по §8, данной работы по [21,с.229-238, 26,с.24 -249] или определяют по паспортным данным технологического оборудования.

Основными вредными выделениями в термических цехах являются конвективные и лучистые теплоизбытки, окись углерода, пары и пыль (свинца, цианистых соединений углеводорода) от ванных печей при закалке изделий, а также при последующем их отпуске в нагревательных печах и при возможном выпуске отходящих газов в цех. Расчет объемов воздуха производится по [21,с.229-238 ; 27] с учетом рекомендаций и данных [25,с.250-253] или по §8 данной работы.

Вредные выделения в гальванических цехах рассмотрены в §8. Расчет объёмов воздуха производится по [21,с.229-238 , 26, с.259-281, 28, 183-191] .

Определение вредных выделений и объемов удаляемого местными отсосами воздуха в механосборочных цехах производится по [21, с.240-243 ; 26,с.258-268 ; 28,с.212-219] или по §8.

Определение вредных выделений и объемов удаляемого воздуха местными отсосами и технологическим оборудованием при других технологических процессах определяется по соответствующей справочной литературе и паспортам оборудования.

9.2. Местные приточные системы вентиляции

Местным приточным системам вентиляции относятся воздушные души, воздушные завесы, вентиляция рабочих мест ниспадающим потоком, "затопление"участка рабочей зоны при необходимости поддержания заданных параметров воздушной среды на отдельных участках рабочей зоны [28,с.46-52] . При применении воздушных струй расчет производится по [21,с.215-224] .

В приложении приведены примеры расчета воздушного душа и программа расчета его с использованием языка БЕЙСИК на ЭВМ малой серии (СМ):"БЭСМ-6","М-6000","СМ-4","Мера-60","Электроника", "ДЗ-28".

При расчете воздушных душей по [21, раздел 9.2] в формулах (9.2), (9.3),(9.5),(9.7),(9.8),(9.9) числовые значения 0,6 , 0,7 и 0,8 следует заменить на 1,0 ,т.к. за скорость и температуру на рабочем месте надлежит принимать скорость и температуру на оси струи, а не среднее значение их по площади в активн . части струи.

При таком расчёте после определения площади сечения душирующего патрубка F_o , следует выяснить, в каком участке воздушной струи находится душируемое рабочее место.

Длина начального участка по условиям формирования температурного поля определяется по формуле

$$X_{нач} \cdot t = n \cdot \sqrt{F_o} ,$$

а по условиям формирования поля скорости

$$X_{нач} \cdot \upsilon = m \sqrt{F_o}$$

Если расстояние от душирующего патрубка до рабочего места

$$X < X_{нач} ,$$

то следует принимать $t_p = t_{ос} = t_o$ и $\upsilon_p = \upsilon_{ос} = \upsilon_o$.

Если $X > X_{нач}$, расчёт нужно вести по формулам(9.8) и (9.9) с заменой величин 0,6 и 0,7 на 1.

Местная приточная вентиляция проектируется механической и работает во все три периода года, кроме установок воздушных завес.

9.3. Определение объёмов общеобменной приточной и вытяжной вентиляции

Расчёт воздухообмена в помещении подробно изложен в [25,с.83--101] .

Общеобменная приточная вентиляция проектируется, когда:

а) количество воздуха,подаваемого местной приточной вентиляцией, меньше количества воздуха, удаляемого через местные отсосы и пневмотранспорт;

б) количество воздуха, подаваемого местной приточной вентиляцией, недостаточно для ассимиляции избыточного тепла и влаги или для разбавления до ПДК вредных паров и газов.

В теплый период года общеобменная приточная вентиляция должна проектироваться естественной с подачей воздуха в рабочую зону через оконные проёмы, для всех цехов, кроме тех, в которых к чистоте приточного воздуха предъявляются особые требования (цехи покрытий,

малярные) или же в случаях, когда приточный воздух должен подаваться в верхнюю зону помещения.

В переходный и холодный периоды года общеобменная приточная вентиляция может быть механической, естественной или смешанной.

Если объём удаляемого из помещения воздуха равен или меньше объёма помещения, общеобменный приток не устраивается, а компенсация удаляемого воздуха происходит за счёт инфильтрации, что должно быть учтено в тепловом балансе помещения.

Общеобменная вытяжная вентиляция проектируется в тех случаях, когда количество воздуха, удаляемого через местные отсосы и технологическую вытяжку меньше общего количества воздуха, подаваемого в помещение общеобменным и местным притоками.

Удаление воздуха общеобменной вытяжной вентиляцией должно производиться из зоны максимальной концентрации вредных веществ в помещении.

Общеобменная вытяжная вентиляция может проектироваться как естественной, так и механической. Удаление воздуха может производиться через фрамуги фонарей, шахты или крышными вентиляторами.

Для всех помещений, для которых составлены тепловые балансы и выписаны теплоизбытки или недостатки тепла в соответствующие периоды года, должны быть произведены расчёты на ассимиляцию избытков тепла или на компенсацию их недостатков. Расчёты производятся для трёх периодов года: тёплого, переходного и холодного.

Тёплый период года

Для расчёта воздухообмена в тёплый период года известными величинами являются:

$t_{рз}$ - температура воздуха в рабочей зоне помещения,

$t_{вз}$ - температура воздуха в верхней зоне помещения,

$t_н$ - температура наружного воздуха,

ΣQ - избытки явного тепла в помещении,

$G_{мо}$ - массовое количество воздуха, удаляемого через местные отсосы,

$G_{мп}$ - массовое количество воздуха, подаваемого местной приточной вентиляцией,

$G_{пр}^{мех}$ - массовое количество воздуха, подаваемого механической приточной вентиляцией (для цехов, в которых в тёплый период года работает механическая приточная вентиляция)

$t_{мп}$ - температура воздуха, подаваемая местной приточной вентиляцией,

$t_{пр}^{мех}$ - температура воздуха, подаваемого механической приточной вентиляцией (общеобменной), обычно равна температуре наружного воздуха.

Искомыми величинами будут:

$G^{a}_{пр}$ - массовое количество аэрационного притока (воздух подаётся через нижние фрамуги окон и въездные ворота),

$G_{бз}$ - массовое количество воздуха, удаляемого из верхней зоны помещения через створки фонаря или через шахты, или крышными вентиляторами,

Для нахождения искомых величин составляются 2 уравнения:

а) воздушного баланса

$$G_{мо} + G_{бз} = G_{мп} + G^{мех}_{пр} + G^{a}_{пр} \qquad (9.1)$$

б) баланса теплосодержаний

$$\Sigma Q + \left(G_{мп} \cdot t_{мп} + G^{мех}_{пр} \cdot t^{мех}_{пр} + G^{a}_{пр} \cdot t_{н}\right) c = \left(G_{мо} \cdot t_{рз} + G_{бз} \cdot t_{бз}\right) c \qquad (9.2)$$

Решая совместно эти два уравнения и имея в виду, что $t^{мех}_{пр} = t_{н}$ получаем

$$G^{a}_{пр} = \frac{\Sigma Q}{c(t_{бз} - t_{н})} + G_{мо}\frac{t_{бз} - t_{рз}}{t_{бз} - t_{н}} - G_{мп}\frac{t_{бз} - t_{мп}}{t_{бз} - t_{н}} - G^{мех}_{пр}, \qquad (9.3)$$

$$G_{бз} = G^{a}_{пр} + G^{мех}_{пр} + G_{мп} - G_{мо} \; . \qquad (9.4)$$

Температура воздуха в верхней зоне помещения находится по относительной разности температур

$$m = \frac{t_{рз} - t_{пр}}{t_{бз} - t_{пр}}, \text{ откуда } t_{бз} = t_{пр} + \frac{t_{рз} - t_{пр}}{m} \qquad (9.5)$$

Величина m для различных цехов имеет следующее значение:

0,45 - термические цеха,

0,3 - кузнечные цеха,

0,45 - литейные чёрных металлов, при литье на конвейерах,

0,25 - то же, при литье на плацу,

0,45 - литейные цветных металлов,

0,8 - цеха холодной обработки металлов (механические, сборочные

Переходный период года

Расчёт воздухообмена в переходный период года производится аналогично расчету в теплый период (но при $t_н = 10^0C$ и при параметрах воздуха и помещения, соответствующих переходному периоду).

Температура механического притока $t_{пр}^{мех}$ при расчётах переходного периода обычно принимается равной температуре наружного воздуха - $t_н = 10^0C$.

Перепад температур между верхней и рабочей зонами можно принимать такой же, как и в теплый период года.

Холодный период года

Расчёт воздухообмена в холодный период года следует производить в одном из следующих двух вариантов:

а) если количество механического притока $G_{пр}^{мех}$ и местного притока $G_{мн}$ достаточно для ассимиляции избытков тепла в помещении, то определяют температуру воздуха в рабочей зоне

$$t_{рз} = \frac{\frac{\Sigma Q}{c} + G_{пр}^{мех} t_{пр}^{мех} + G_{мп} t_{мп} - G_{бз} t_{бз}}{G_{мп}} \qquad (9.6)$$

или температуру приточного воздуха, подаваемого механической системой вентиляции:

$$t_{пр}^{мех} = \frac{G_{мп} t_{рз} + G_{бз} t_{бз} - G_{мп} t_{мп} - \frac{\Sigma Q}{c}}{G_{пр}^{мех}}, \qquad (9.7)$$

б) если количество механического притока и местного притока недостаточно для ассимиляции избытков тепла в помещении, то определяют количество аэрированного воздуха $G_{пр}^{а}$ и $G_{бз}$ по (9.4)

$$G_{пр}^{а} = \frac{\Sigma Q}{c(t_{бз} - t_н)} + G_{мо}\frac{t_{бз} - t_{рз}}{t_{бз} - t_н} - G_{мп}\frac{t_{бз} - t_{мп}}{t_{бз} - t_н} - G_{пр}^{мех}\frac{t_{бз} - t_{пр}^{мех}}{t_{бз} - t_н}$$

$$G_{бз} = G_{бз}^{а} + G_{пр}^{мех} + G_{мп} - G_{мо}. \qquad (9.8)$$

Температура воздуха в верхней зоне помещения при расчётах в холодный период года можно определять так же, как и в переходный период, приняв перепад температур между верхней и рабочей зонами по тепло[illegible] периоду.

Поступление аэрационного притока в помещение в холодный период года должно производиться через верхние фрамуги, расположенные на высоте не менее 4 м от пола.

Сводный баланс объёмов приточной и вытяжной вентиляции составляется на основании данных расчетов, табл.9.I.Воздухообмен в помещениях, для которых составляется тепловой баланс, заносится в табл.9.I по трем расчетным периодам года, остальные помещения - без указания расчетного периода.

Таблица 9.I

Воздушный баланс помещения

Периоды года	Исходные данные			Приточная вентиляция, м/ч, кг/ч						Вытяжная вентиляция, м/ч, кг/ч						Примечания
	наименование помещения	внутренняя температура в рабочей зоне, °С	объем помещения, м³	избытки или недостатки тепла, Вт	механическая		естественная	всего	кратность обмена	температура притока, °С	механическая		естественная	всего	кратность обмена	температура удаляемого воздуха, °С	
					местная	общеобменная					местная	общеобменная					
Холодный																	
Переходный																	
Теплый																	

Воздушный баланс определяют равенством расхода, (кг/ч), приточного и удаляемого воздуха.

10. ВЫБОР ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО СИСТЕМАМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Принципиальное решение отопления помещений цеха производится с учетом теплового баланса и вентиляционного режима помещений.

В помещениях, в которых работают не менее чем в 3 смены и в которых круглогодично имеются избытки тепла, отопительные системы не предусматриваются.

В станочных отделениях и в отделениях ручной обработки деталей отопление обычно совмещают с механической приточной вентиляцией или проектируют систему водяного отопления с нагревательными приборами или отопительными агрегатами при допустимых параметрах теплоносителя.

При расположении постоянных рабочих мест ближе 2 м от наружных стен установка нагревательных приборов у наружных стен обязательна.

В расчётно-пояснительной записке приводятся данные о тепловой нагрузке на отопление, дается описание принятого принципиального решения.

При установке отопительных агрегатов производится расчет воздушного отопления по методике, изложенной в [29, с.118-121]. Производится подбор воздушно-отопительных агрегатов и размещение их на планах и разрезах объекта.

Расчет местных нагревательных приборов не производится. Также не производится трассировка трубопроводов, не строится и не рассчитывается аэродинамическая схема системы отопления.

Разработка схем конструктивного решения и проектирования механических систем вентиляции начинается с выбора места расположения основного вентиляционного оборудования:

а) приточных камер с вентиляторами, электродвигателями, фильтрами и калориферами,

б) вытяжных вентиляционных установок с вентиляторами, электродвигателями и очистными устройствами (циклоны, промыватели, рукавные пылеотделители.

При выборе места расположения вентиляционных камер следует руководствоваться условиями максимально возможного приближения их к обслуживаемым помещениям, а также минимальной протяженностью сетей воздуховодов.

В термических и кузнечных цехах со значительными удельными избытками тепла, превышающими 90÷120 Вт/м^3 в течение всего года в холодный период года необходимо предусматривать:

общеобменную естественную приточную и вытяжную вентиляцию (аэрацию) с подачей притока через открытые створки проемов, расположен-

на высоте 4–5 м от пола, и удалением воздуха из верхней зоны, через фонари:

местную механическую приточную вентиляцию в виде воздушных завес у ворот, а при наличии рабочих мест, подверженных облучению от оборудования более 350 Вт/м^2 устройство воздушных душей;

местную механическую вентиляцию от оборудования.

Несмотря на местные отсосы, устраивать механическую общеобменную приточную вентиляцию в таких цехах не требуется.

Отопление в таких цехах, как правило не делают, так как для них характерен непрерывный и круглосуточный режим работы. В периоды остановки цеха отопление не нужно, так как в силу большой тепловой инерции печного оборудования понижение температуры в цехе происходит очень медленно.

При недостатках тепла в этих цехах необходимо предусматривать: местную механическую вытяжную вентиляцию от всего оборудования со значительным количеством вредных выделений;

общеобменную дополнительную вытяжную вентиляцию из верхней зоны помещения, необходимую для удаления вредных выделений от оборудования, не снабжённого местными отсосами, а также для удаления некоторого количества вредных выделений, которые местная вытяжная вентиляция улавливает неполностью;

общеобменную механическую приточную вентиляцию с подогревом приточного воздуха, рассчитанную на полную компенсацию всего объёма воздуха, удаляемого механической вытяжной вентиляцией;

на рабочих местах, подверженных интенсивному облучению, воздушные души, которые устраивают с подачей наружного воздуха за счёт соответствующего сокращения его объёма, подаваемого общеобменной приточной вентиляцией;

у наружных открывающихся ворот воздушные завесы (в случае необходимости);

отопление цеха может быть совмещено с приточной вентиляцией за счёт перегрева приточного воздуха в расчёте на компенсацию недостающего количества тепла.

Воздушно-отопительные рециркуляционные агрегаты выполняют роль дежурного отопления.

В переходный период года осуществляют вентиляцию по летнему режиму с той разницей, что подачу естественного притока производят через проёмы, расположенные на высоте 4–6 м от уровня пола. Такая подача притока нужна для того, чтобы не вызвать чрезмерного понижения температуры на отдельных рабочих местах, расположенных на небольших расстояниях от наружных стен.

В тёплый период года в цехах тепловой баланс всегда характеризу-

ется избытками тепла, поэтому сохраняют полностью работу местной вытяжной вентиляции и общеобменной приточной механической вентиляции только на тех участках цеха, где невозможно осуществлять естественный воздухообмен, а также системы воздушного душирования.

Учитывая, что в теплое время года общий воздухообмен значительно превышает зимний, осуществляют аэрацию с подачей притока через створки в окнах, расположенные на уровне рабочей зоны и удалением воздуха через проёмы фонаря или вытяжные шахты, находящиеся на перекрытии.

Ворота в цехе в теплое время открывают для поступления естественного притока.

В механосборочных цехах оборудование, являющееся источником выделения пыли, должно быть укрыто с местными отсосами. Приточный воздух подаётся в верхнюю или рабочую зону. Отопление - воздушное, совмещенное с приточной вентиляцией.

В гальванических цехах устраивают местную вытяжную вентиляцию для улавливания вредных выделений от гальванических ванн и общеобменную в дополнение к местной из верхней зоны.

Вытяжка компенсируется механическим притоком в верхнюю зону помещения.

Гальванические цехи характеризуются отрицательным тепловым балансом в холодное время года, поэтому отопление проектируется воздушное, совмещённое с приточной вентиляцией. Недостаток тепла возмещается за счёт перегрева приточного воздуха. Когда цех останавливается, воздушное отопление работает на рециркуляционном воздухе.

Расчёт аэрации.

Аэрацию устраивают в течение всех периодов эксплуатации в тех цехах, в которых на протяжении всего года имеются значительные теплоизбытки (например, кузнечные и термические), а также в теплое время года в цехах, где нет значительных теплоизбытков.

Целью конструирования и расчета аэрационных устройств является принятие таких величин суммарных площадей приточных и вытяжных проёмов, при которых обеспечивается необходимый при имеющихся теплоизбытках расход аэрационного воздуха. Надо определить величины указанных площадей в результате расчёта теплового периода, а также необходимые для холодного (или переходного) периода углы раскрытия створок приточных и вытяжных проемов.

Пример расчёта аэрации для однопролётного цеха проводят по [2], с.93-97] .

11. РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И ОТОПЛЕНИЯ

Компоновка установок приточной и вытяжной вентиляции производится в соответствии с рекомендациями [21,с.284-288]. При этом к компоновке приточных камер следует подходить с учетом реальных требований, от чег зависят их конструктивные решения.

Расчет калориферов, с учетом материала изложенного в лекционном курсе, можно проводить по методике [21,с.291-293, с.413-424].

Расчет воздушной завесы проводится по методике, изложенной в [21,с.223-228]. Объем воздуха, подаваемого в завесу непрерывного действия учитывается в балансе приточно-вытяжной вентиляции, а тепло в тепловом балансе помещения.

Аэродинамический расчёт воздуховодов систем вентиляции и подбор основного вентиляционного оборудования производится по методике [30] с использованием данных [21,с.246-272]. Подбор вентиляторов производят по [21,с.288-291, 381-412].

В тех случаях, когда удаляемый вытяжной системой воздух должен быть очищен от пыли, производят расчет и подбор пылеуловителя [21,с.86-89, 476-497]

12. ОЧИСТКА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ

Вентиляционные выбросы гальванических и травильных цехов рассчитываются в соответствии с требованиями санитарных норм по защите воздушного бассейна предприятия и атмосферного воздуха населённых мест. Количество вредных веществ, содержащихся в вентиляционных выбросах, определяется по табл. 2.1. для вредных веществ, выделяющихся в виде аэрозолей (см.табл. 4 СН 242-71), следует учитывать выпадение аэрозоля в вытяжном воздуховоде (рис.12.1).

Очистка вентиляционных выбросов не предусматривается, если концентрация вредных веществ в удаляемом воздухе не превышают предельно допустимые, установленные санитарными нормами для воздуха рабочей зоны помещения.

В остальных случаях выполняется поверочный расчёт на рассеивание вредных веществ в атмосферном воздухе и при необходимости, предусматривается очистка вентиляционных выбросов. Расчёт на рассеивание вредных веществ производится в соответствии с "Руководством по расчету загрязнения воздуха на промышленных площадках". М.,Стройиздат, 1989 и разд. [1.8 21].

Наиболее часто следует очищать воздух, удаляемый от травильных

ванн, ванн хромирования, а также цианистых ванн.

Для очистки воздуха применяют мокрые пылеуловители различных типов: обычно полочные с орошаемым слоем, пенные ПГС-ЛТИ со стабилизатором пенного слоя. Могут быть рекомендованы к применению мокрые щелевые пылеуловители ПВИ "ЦНИИпромзданий". для очистки выбросов от цианистых соединений рекомендуется применять пенный газопылеуловитель интенсифицированный ПГП-И со стабилизатором пены.

Институтом "Проектпромвентиляция" рекомендуется также для очистки воздуха, удаляемого от гальванических ванн, использовать орошаемые фильтры с заполнителем - полипропиленовым войлоком. При воздушной нагрузке $V_{ф}$=10000 м^3/ч м^2 сопротивление этих фильтров проходу воздуха составляет 40-50 кг/м^2.

Для очистки вентиляционных выбросов от вредных веществ, выделяющихся в виде аэрозолей, необходимо применять кассетные фильтры из полимерных материалов или фильтры ПГП-И. В качестве кассетных фильтров следует применять фильтры, встроенные в бортовой отсос, обеспечивающие высокую эффективность очистки и предохранение магистральных воздуховодов от коррозии и зарастания продуктами уноса.

При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается применение кассетных фильтров, встроенных в коллектор или магистральный воздуховод от группы ванн с максимально возможным приближением к местным отсосам.

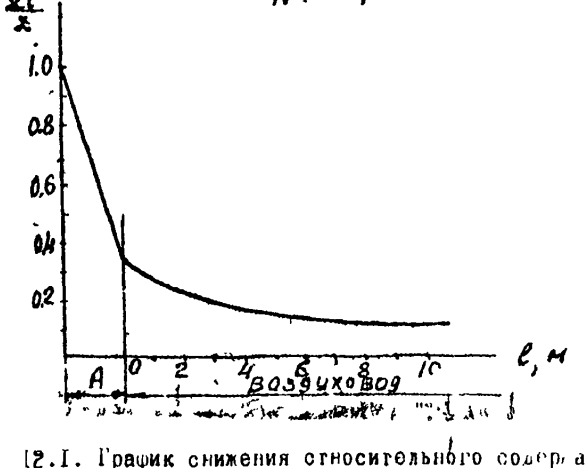


Рис 12.1. График снижения относительного содержания вредных веществ в удаляемом воздухе по пути его движения

Приложение

Расчёт душирующей установки (по методу д-ра техн.наук П.В.Участкина) сводится к определению площади сечения душирующего патрубка из условия обеспечения нормируемых параметров воздуха на рабочем месте. Расчёт проводится в следующем порядке.

Определяется отношение разностей температур $P_т$ по формуле

$$P_т = \frac{t_{рз} - t_р}{t_{рз} - t_о}, \qquad (I)$$

где $t_{р.з}$ - температура в рабочей зоне, °С,

$t_р$ - нормируемая температура воздуха на рабочем месте, °С, (см. [17]),

$t_о$ - температура воздуха на выходе из душирующего патрубка, °С, $t_о = t_{охл} + \Delta t_п$ (здесь $t_{охл}$ - температура воздуха на выходе из оросительной камеры, после адиабатического охлаждения, °С, $\Delta t_п$ - нагрев воздуха в вентиляторе и воздуховодах на участке между оросительной камерой и душирующим патрубком - принимаются не менее 1,5 °С). При $P_т < 1$ применяется адиабатическое охлаждение воздуха, а при $P_т > 1$ - искусственное охлаждение. Значения $P_т \leq 0,6$. Площадь сечения душирующего патрубка $F_о$, м^2, определяется как

$$F_о = \left(\frac{P_т X}{0,6n}\right)^2, \qquad (2)$$

где X - расстояние от душирующего патрубка до рабочего места, м,

n - опытный коэффициент, характеризующий изменение температуры или концентрации газов по оси струи, принимаемый по табл.1.

Скорость движения воздуха $v_о$, м/с, на выходе из патрубка определяется по формуле

$$v_о = \frac{v_р X}{0,7 m \sqrt{F_о}}, \qquad (3)$$

где $v_р$ - нормируемая скорость движения воздуха на рабочем месте, м/с,

m - опытный коэффициент, характеризующий изменение скорости по оси струи, принимаемый по табл.1.

Значения $P_т$=0,6...I. Расчётные формулы:

$$F_o = \left(\frac{X + 5,3\,P_т - 3,2}{0,75\,n}\right)^2 \qquad (4)$$

$$v_o = \frac{v_p}{0,7 + 0,1(0,8\,m\sqrt{F_o} - X)} \qquad (5)$$

Если $P_т$ >I, то необходимо политропическое охлаждение душирующего воздуха, при этом

$$F_o = \left(\frac{X}{0,8\,m}\right)^2, \qquad (6)$$

$$v_o = \frac{v_p}{0,7}, \qquad (7)$$

$$t_п = t_{рз} - \frac{(t_{рз} - t_р)\,X}{0,6\,n\sqrt{F_o}}. \qquad (8)$$

В том случае, если кроме расстояния X, задано и выходное сечение душирующего патрубка F_o, причём $X/\sqrt{F_o} \geq m$, температура подаваемого воздуха $t_п$ определяется по формуле (8), а скорость истечения из душирующего насадка, м/с, по формуле (3)

Примечание. В качестве наиболее эффективного проф.П.В.Учаоткин рекомендует патрубки типа ППД, имеющие значения m и n практически максимальными. При X =Iи следует принимать наименьшее значение F_o =0,Iм.

Таблица I.

Коэффициенты n и m для расчёта душирующих патрубков.

Тип душирующего патрубка	n	m
ППД	4,5	6,3
ПДВ при $\alpha = 30^0$	4,0	5,5
ПНд при α =0-20^0	3,I	4,5
$\alpha > 20^0$	2,8	4,0
Цилиндрическая труба	4,8	6,8
ВНИИГС	4,5	6,6

Таблица 2

Основные размеры душирующего патрубка ППД

Тип патрубка	Размеры, мм				Площадь выходного сечения, $м^2$
	d	b_o	ℓ	H	
ППД-5	500	320	1010	1260	0,1
ППД-6	630	1100	1260	1540	0,16
ППД-8	800	510	1590	1900	0,26
ППД-10	1000	640	1980	2330	0,41

Производительность воздушного душа Z_g, $м^3/ч$, определяется по формуле

$$Z_g = 3600 \cdot \sqrt{o} \cdot F_o \qquad (9)$$

Расчёты воздушного душа можно выполнить на основании вышеприведённых формул с использованием ЭВМ по приведённой ниже программе.

Бланк исходных данных для расчёта воздушного душирования выдаётся отдельно вместе с заданием на курсовое или дипломное проектирование.

ПРОГРАММА РАСЧЕТА ВОЗДУШНОГО ДУШИРОВАНИЯ

```
5     INPUT 'РАССТОЯНИЕ ОТ ДУША ДО РАБОЧЕГО МЕСТА'M'='X
7     INPUT 'ВВЕДИТЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ В СООТВЕТСТВИИ С ВЫБРАННЫМ ТИПОМ
НАСАДКА N='N
8     INPUT 'M='M
9     INPUT 'ВВЕДИТЕ НОРМИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ T='T1
10    INPUT 'V='V1
11    INPUT 'ТЕМПЕРАТУРА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ T='T2
13    INPUT 'ВВЕДИТЕ ТЕМПЕРАТУРУ АДИАБАТИЧЕСКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА
T='T3
20    LET P=(T2-T1)/(T2-(T3+1.5))
30    IF P>1 THEN 110
40    IF P>.6 THEN 80
50    LET F=<(P*X/.6/N)-2
52    PRINT 'ТРЕБУЕМАЯ ПЛОЩАДЬ ПАТРУБКА ДОЛЖНА БЫТЬ F='12.3!F
54    INPUT 'ПРИМИТЕ БЛИЖАЙШЕЕ БОЛЬШЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ИЗ ТАБЛИЦЫ F='F
60    LET V=V1*X/.7/M/SQR(F)
70    GO TO 140
80    LET F=((X+5.3*F-3.2)/(7.5*N))-2
82    PRINT 'ТРЕБУЕМАЯ ПЛОЩАДЬ ПАТРУБКА ДОЛЖНА БЫТЬ F='12.3!F
84    INPUT 'ПРИМИТЕ БЛИЖАЙШЕЕ БОЛЬШЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ИЗ ТАБЛИЦЫ F='F
90    LET V=V1/(.7+.1*(.8*M*SQR(F)-X))
100   GO TO 140
110   LET F=(X/.8/M)-2
112   PRINT 'ТРЕБУЕМАЯ ПЛОЩАДЬ ПАТРУБКА ДОЛЖНА БЫТЬ F='12.3!F
114   INPUT 'ПРИМИТЕ БЛИЖАЙШЕЕ БОЛЬШЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ИЗ ТАБЛИЦЫ F='F
120   LET V=V1/.7
130   LET T3=T2-(T2-T1)*X/.6/N/SQR(F)
140   LET L=V*3600*F
150   PRINT 'ПЛОЩАДЬ НАСАДКА F='12.3!F'M-2'
160   PRINT 'СКОРОСТЬ ВЫХОДА V='V'M/C'
170   PRINT 'ТЕМПЕРАТУРА СТРУИ T='T3'ГРАД'
180   PRINT 'ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ДУША L='15.2!L'M-3/4'
190   STOP
200   END
```

ЛИТЕРАТУРА

Основная

I. Дипломное проектирование:Метод.указания/Сост.Афонин Ю.М., Малая З.М. Сарат.политехн.ин-т.Саратов.1996.
2. Дипломное проектирование:Прилож. к метод.указаниям./Сост. Семенов Б.А. Сарат.политехн.ин-т.Саратов,1986.
3. Дипломное проектирование. Общие требования и правила оформления. СТП СПИ 03-86.
4. ГОСТ 7.32-81 ССИБИД. Отчёт о научно-исследовательской работе Общие требования и правила оформления.
5. ГОСТ 21.001-77 СПДС. Общие положения.
6. ГОСТ 21.002-81 СПДС. Нормоконтроль проектно-сметной документации.
7. ГОСТ 21.101-79 СПДС. Основные требования к рабочим чертежам.
8. ГОСТ 21.102-79 СПДС. Общие данные по рабочим чертежам.
9. ГОСТ 21.103-78 СПДС. Основные надписи.
10. ГОСТ 21.104-79 СПДС. Спецификация.
11. ГОСТ 21.105-79 СПДС. Нанесение на чертежи размеров, надписей, технических требований и таблиц.
12. ГОСТ 21.602-79 СПДС. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Рабочие чертежи.
13. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы.
14. ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы.
15. ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии.
16. ГОСТ 2.304-68 ЕСКД. Шрифты.
17. ГОСТ 12.1.005-75. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования:ССБТ.
18. СНиП 2.01.01-82 Строительная климатология и геофизика. М:Госстрой СССР,1986.
19. СНиП 2.04.05-86 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.М:-Госстрой СССР,1989.
20. СН 245-71. Санитерные нормы проектирования промышленных предприятий.М.:Госстрой СССР,1972.
21. Справочник проектировщика. Вентиляция и кондиционирование воздуха. ч.II/Под ред. И.Г.Староверова,М.:Сройиздат,1973.
22. СНиП II-3-79 Строительная теплотехника.
23. Богословский В.Н., Сканави А.Н. Отопление.М.:Стройиздат, 1991.

24. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Щекин Р.В., Кореневский С.М., Бем Г.Е. и др. ч.II. Киев:Будивельник, 1976.
25. Отопление и вентиляция. Богословский В.Н., Новожилов В.И., Симаков Б.Д.,Титов В.П.,ч.II.М.:Стройиздат,1978.
26. Рысин С.А. Вентиляционные установки машиностроительных заводов.Справочник,М.:Машиностроение, 1964.
27. Местные отсосы и укрытия к технологическому оборудованию машиностроительных заводов. ОВ-02-128. Вып.1,3,4.М.:Сантехпроект,1965.

Дополнительная

28. Вентиляция и отопление цехов машиностроительных заводов. Гринтлин М.Н., Тимофеева О.Н.,Эльтерман Р.М. и др.,М.: Машиностроение,1978.
29. Справочник проектировщика. Отопление, водопровод,канализация. ч.II/Под ред. И.Г.Староверова.М.:Стройиздат,1975.
30. Родин А.К.,Афонин Ю.М.,Иванов В.А. Гидравлический и акустический расчёт вентиляционных установок. Учебное пособие, Сарат.политехн.ин-т,Саратов,1979.
31. Титов В.П., Семонов Б.В.,Краснов Ю.С.,Новожилов В.И. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий.М.:Стройиздат,1985.
32. Руководство по проектированию отопления и вентиляции предприятий машиностроительной промышленности.М.:ГПИ Промвентиляция,1978.
33. Вентиляция промышленного здания.Метод.указания к выполнению курсового и дипломного проектов/Сост.Родин А.К.,Семёнов Б.А Сарат.политехн.ин-т,Саратов,1989.
34. Богословский В.Н. Строительная теплофизика.-М.:Высшая школа,1982.

СОДЕРЖАНИЕ

I.ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....4
2.ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА.....7
3.ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВРЕДНОСТЕЙ.....8
3.I.Гальванические и травильные цехи.....8
3.2.Кузнечные цехи.....I9
3.3.Термические цехи.....20
3.4.Механосборочные цехи.....2I
4.ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....22
4.I.Расчетные параметры наружного воздуха.....22
4.2.Расчетные параметры внутреннего воздуха.....23
5.ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ПОМЕЩЕНИЙ.....32
5.I.Определение потерь тепла.....32
5.2.Определение теплопоступлений.....35
5.3.Уравнения теплового баланса помещения.....49
6.РАСЧЕТ ПОСТУПЛЕНИЙ В ПОМЕЩЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ.....50
6.I.Определение влагопоступлений.....50
6.2.Определение газо- и пароизделений.....53
6.3.Определение пылевыделений.....66
7.ОРГАНИЗАЦИЯ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ.....68
7.I.Отопление и вентиляция гальванических и травильных цехов.....68
7.2.Отопление и вентиляция кузнечных и термических цехов.....75
7.3.Отопление и вентиляция механосборочных цехов.....77
8.РАСЧЕТ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ МЕСТНОЙ ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ.....78
8.I.Бортовые отсосы.....78
8.2.Вытяжные шкафы.....86
8.3.Кожухи-воздухоприемники.....87
8.4.Отсасывающие панели.....9I
8.5.Местные отс г агрегатов автоматической и полуавтоматической сварки под слоем флюсов.....93
8.6.Зонты и зонты-козырьки.....97
8.7.Местные отсосы от кузнечных печей и горнов.....99
9.ВЕНТИЛЯЦИОННЫЙ БАЛАНС.....I03

9.I.Локализация вредных выделений и определение расходов воздуха местными вытяжными устройствами.....I03
9.2.Местные приточные системы вентиляции.....I07
9.3.Определение объёмов общеобменной приточной и вытяжной вентиляции.....I04
I0.ВЫБОР ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО СИСТЕМАМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ.....I09
II.РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И ОТОПЛЕНИЯ.....II2
I2.ОЧИСТКА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ.....II2
ПРИЛОЖЕНИЕ.....II4
ЛИТЕРАТУРА.....II8

Учебное издание

РОДИН Артур Константинович

ВЕНТИЛЯЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Учебное пособие по курсу "Вентиляция"

Редактор Р.А.Козина

Лицензия ЛР № 020271 от 15.11.96

Подписано в печать 15.12.97 Формат 60×84 1/16

Бум. тип. Усл.–печ.л. 6,7 (7,25) Уч.–изд.л. 6,5

Тираж 200 экз. Заказ 101 С 94

Саратовский государственный технический университет

410054 г.Саратов, ул. Политехническая, 77

Подразделение оперативной полиграфии Саратовского ЦНТИ,
410600, г. Саратов, ул.Вавилова, 1/7